

537487

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/051378 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G03F 7/20, H01L 21/027
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015434
- (22) 国際出願日: 2003 年 12 月 2 日 (02.12.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-351000 2002 年 12 月 3 日 (03.12.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県 川口市 本町 4 丁目 1 番 8 号 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中田 明良

(NAKADA, Akira) [JP/JP]; 〒860-8555 熊本県 熊本市 黒髪 2 丁目 3 9 番 1 号 熊本大学工学部内 Kumamoto (JP). 中村 一光 (NAKAMURA, Kazumitsu) [JP/JP]; 〒861-2202 熊本県 上益城郡 益城町 田原 2 0 8 1-1 0 財団法人くまもとテクノ産業財団内 Kumamoto (JP). 森本 達郎 (MORIMOTO, Tatsuo) [JP/JP]; 〒861-2202 熊本県 上益城郡 益城町 田原 2 0 8 1-1 0 財団法人くまもとテクノ産業財団内 Kumamoto (JP).

(74) 代理人: 眞鍋 潔 (MANABE, Kiyoshi); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門 二丁目 9 番 1 1 号 信和ビル Tokyo (JP).

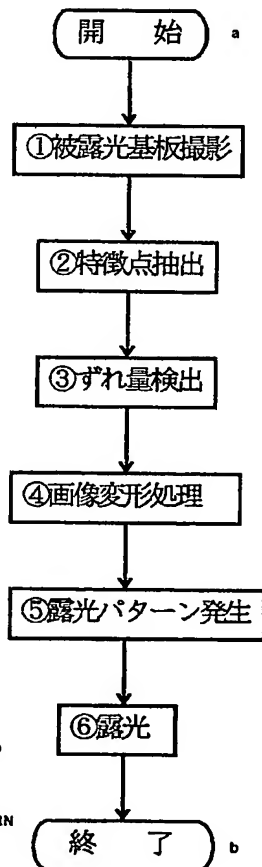
(81) 指定国 (国内): US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: PATTERN TRANSFER METHOD AND EXPOSURE SYSTEM

(54) 発明の名称: パターン転写方法及び露光装置



(57) Abstract: Upper and lower patterns are aligned by modifying the shape of the exposure pattern according to the misalignment of the microfabrication pattern attributed to the distortion of the wafer. A pattern transfer method comprises the step of (1) imaging a preprocessed wafer to be exposed to generate image data, (2) extracting a feature point from the image data to compare the result of the feature point extraction with data on a designed pattern to be exposed, (3) determining the misalignment, (4) performing image modification of the designed pattern data according to the misalignment determination result, (5) generating an exposure pattern of the image produced by the image modification by means of an exposure image generator, and (6) exposing the exposure pattern onto the wafer.

(57) 要約: 基板上に発生した歪に起因した微細加工パターン形状のずれに応じて露光パターンの形状を変形して、上下パターンを整合させることを目的とし、所定の前処理を行った①被露光基板を撮影して取得した画像データから②特徴点抽出処理を行い、特徴点抽出結果と露光すべき設計パターンデータとの比較から③ずれ量検出処理を行い、ずれ量検出処理結果を用いて設計パターンデータの④画像変形処理を行い、画像変形処理結果により得られた画像を露光画像発生装置により⑤露光パターンとして発生させ、露光パターンを被露光基板上に⑥露光する。

a...START
(1)...IMAGE WAFER TO BE EXPOSED
(2)...EXTRACT FEATURE POINT
(3)...DETERMINE MISALIGNMENT
(4)...MODIFY IMAGE
(5)...GENERATE EXPOSURE PATTERN
(6)...EXPOSE WAFER
b...END

WO 2004/051378 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

パターン転写方法及び露光装置

技術分野

本発明はパターン転写方法及び露光装置に関するものであり、特に、硬化樹脂基板上のプリント配線回路、シリコンウエハ上の半導体回路、ガラス基板上の画像表示回路などの集積回路製作時のフォトリソグラフィ工程における下地パターンの歪に合わせて露光パターンを重ねるための露光パターン変形方法に特徴のあるパターン転写方法及び露光装置に関するものである。

背景技術

近年の各種電子デバイスの高性能化に伴って、シリコン基板上の半導体集積回路の微細加工技術は最小加工寸法 100 nm の領域を突破しようとしている。

一方、樹脂基板上の、プリント配線基板技術、システムインパッケージ (SIP) 技術、ハイブリッド型実装技術など、或いは、透明ガラス基板上の、液晶ディスプレイ技術、プラズマディスプレイ技術、さらにはもっと軟らかい樹脂基板上の電子ペーパー技術にいたるまで、集積回路の最小加工寸法の微細化は必須の課題となっている。

これらは現状で、数 μm から数十 μm の最小加工寸法まで微細化されているが、サブ μm の領域までに達する更なる微細化技術開発が今後 10 年以内に必要となると考えられる。

このような半導体集積回路装置或いはプリント配線基板等の上に配線パターン等の各種のパターンを形成する際には、フォトリソグラフィ技術が用いられており、例えば、石英ガラス上に形成したクロムパターンからなるレチクルあるいはマスクを使用し縮小投影露光方式あるいは近接露光方式により

それぞれパターンが形成されている。

しかしながら、近年、少量多品種生産に対応する上で、このレチクル或いはマスクの製作コストが製品開発コストに占める割合が非常に高騰していたため、レチクル或いはマスクの製作を必要としない、レチクルフリーあるいはマスクフリーのパターン転写方法の必要性が増してきた。

そこで、近年、フォトマスクを使用せずに、透過型液晶パネルをパターン発生装置として用い、透過型液晶パネル上に任意パターンを形成し、そのパターンを被処理基板上に露光することが提案されている（例えば、特開平6-232024号公報参照）。

さらに、21世紀に入ってから、液晶ディスプレイを用いた露光システム、マイクロミラーを使用した光露光システム、電子ビームなどを使用した高エネルギー粒子波による露光システムなどが盛んにかつ急速に研究開発・製品化されている。

これら努力により、近い将来、完全にレチクルフリーあるいはマスクフリーのパターン転写技術が、集積回路製作における微細加工技術として実用化されることはほぼ確実である。

しかし、機械的硬度が高く、歪の量を比較的少ない量に制御できる単結晶シリコン基板に比べ、硬化樹脂基板、透明大型ガラス基板などは、もともと硬度が脆弱である上に、プロセス工程における熱応力、薄膜形成・エッチング処理に伴う膜応力の変化、搬送・保持機構からに発生する機械的応力などの影響により、微細加工後の基板の歪量は数10 μm 以上と大きい。

また、それに加えて、その歪量はパターン依存性を有し、基板全面に渡ってどうしても不均一となってしまうため、これらの基板を用いた場合の最小加工寸法の微細化技術には多大な困難が伴うものとなっている。

即ち、不均一な基板上の歪により生じた微細加工パターン形状のずれに対応し、電氣的に不具合を生じることなく、確実に配線、コンタクト、デバイスの形成ができるパターン転写方法の開発が課題となっていた。

また、単結晶シリコン基板においても、ウェハの大口径化やパターンの微細化の進展に伴って、基板上に発生した面内歪に起因した微細加工パターン形状のずれが問題となる。

したがって、本発明は、基板上に発生した歪に起因した微細加工パターン形状のずれに応じて露光パターンの形状を変形して、上下パターンを整合させることを目的とする。

発明の開示

図1は、本発明の原理的構成図であり、ここで、図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。

図1 参照

(1) 本発明は、パターン転写方法において、所定の前処理を行った①被露光基板を撮影して取得した画像データから②特徴点抽出処理を行い、特徴点抽出結果と露光すべき設計パターンデータとの比較から③ずれ量検出処理を行い、ずれ量検出処理結果を用いて設計パターンデータの④画像変形処理を行い、画像変形処理結果により得られた画像を露光画像発生装置により⑤露光パターンとして発生させ、露光パターンを被露光基板上に⑥露光することを特徴とする。

この様に、被露光基板から取得した基板画像、即ち、画像データから特徴点を抽出することにより、それぞれの特徴点に対して設計パターンデータとの間でずれ量を検出できるため、このずれ量にあわせて設計パターンデータの画像変形を行うことができ、それによって、不均一な歪によって発生した被露光基板上のパターンのずれに合わせたパターン転写が可能となる。

(2) また、本発明は、上記(1)において、設計パターンデータが、プリント配線回路パターン、半導体回路パターン、或いは、それらが複合した回路パターンのいずれかからなることを特徴とする。

この様に、本発明の対象となる設計パターンデータとしては、どの様な対

象にも適用されるものであるが、プリント配線回路パターン、半導体回路パターン、あるいはそれらが複合した回路パターンが典型的なものであり、それによって、プリント配線基板或いは半導体集積回路装置等の低コスト化が可能になる。

(3) また、本発明は、上記(1)において、被露光基板の前処理において、設計パターンデータにおける少なくとも一つのレイヤーのパターンが予め形成される工程があり、その後被露光基板の最表面に感光性材料膜を塗布することを特徴とする。

この様に、被露光基板に対する所定の前処理において、設計パターンデータにおける少なくとも一つのレイヤーのパターンが予め形成される工程があり、その後、被露光基板の最表面に感光性材料膜を塗布することで、歪んだ被露光基板に対しても上下パターンの位置合わせが良好なパターン露光が可能となる。

(4) また、本発明は、上記(3)において、被露光基板の前処理において、基板反射光を基板画像撮影装置で撮影する際に画像取得可能な有効エリア領域端部に少なくとも4箇所以上のアライメント用パターンが設計パターンに加えて形成されたことを特徴とする。

この様に、被露光基板に対する所定の前処理において、基板反射光を基板画像撮影装置で撮影した際に画像取得可能な有効エリア領域端部に少なくとも1箇所以上のアライメント専用パターンが前記集積回路パターンに加えて形成するようにしたことで、パターンを転写する基板全面の範囲の認識が容易となり、より効率の良いパターン転写が可能となる。

(5) また、本発明は、上記(4)において、特徴点抽出処理において、アライメント用パターンに加えてスルーホールを特徴点として用いたことを特徴とする。

この様に、特徴点抽出処理において、アライメント用パターンに加えてスルーホールを特徴点として用いることで、プリント配線回路などの接点を確

実に認識することができ、電氣的に誤動作しない配線パターンを形成することが可能となる。

(6) また、本発明は、上記(4)において、特徴点抽出処理において、アライメント用パターンに加えて、少なくとも多角形パターンの周囲または内部の特徴となる点、直線または曲線の特徴となる点のいずれかを特徴点として用いたことを特徴とする。

この様に、特徴点抽出処理において、アライメント用パターンに加えて多角形パターンの周囲または内部の特徴となる点、例えば、矩形パターンを典型とする多角形パターンの頂点、中心点、または、重心点、或いは、直線または曲線の特徴となる点、例えば、直線または曲線の両端、屈曲点、または、中点を特徴点として用いたことで、矩形パターン等の多角形パターンを多用する半導体デバイス製造プロセス、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイの製造プロセスにおけるパターン転写精度を向上することができる。

(7) また、本発明は、上記(1)において、ずれ量検出処理において、画像データと設計パターンデータの両方に一対一で対応した全ての特徴点に対して、それぞれの相対位置ずれ量を算出することを特徴とする。

この様に、ずれ量検出処理において、基板画像撮影装置から得られた画像データと前記設計データの両方に一対一で対応した全ての特徴点に対して、それぞれの相対位置ずれ量を算出するようにしたことで、基板全面にわたる微小領域での歪方向と量を知ることができ、歪により柔軟に対応したパターン転写が可能となる。

(8) また、本発明は、上記(7)において、画像変形処理において、一対一で対応した全ての特徴点を頂点に使用して、画像データと設計パターンデータの両方を同一の網目を有する三角網で領域分割し、設計パターンデータの三角網のそれぞれの三角形の形状が、画像データの三角網のそれぞれの三角形の形状に一致するように画像変形処理を行うことを特徴とする。

この様に、画像変形処理において、一対一で対応した全ての特徴点を頂点

に使用して、基板画像撮影装置から得られた画像データと設計データの両方を同一の網目を有する三角網で領域分割し、設計データの三角網のそれぞれの三角形の形状を、基板画像撮影装置から得られた画像データの三角網のそれぞれの三角形の形状に一致させる画像変形処理を行うようにしたことで、点の移動だけではなく、2次元空間上で設計パターンデータを変形することが可能となる。

(9) また、本発明は、上記(8)において、画像変形処理において、アフィン変換を使用することを特徴とする。

この様に、互いの三角形の形状を一致させる画像変形処理において、線形変換と平行移動からなるアフィン変換を使用することで、2次元空間上で領域を平行移動、回転、伸縮させることが可能となり、より滑らかな設計パターンの画像変形処理が可能となる。

(10) また、本発明は、上記(1)において、被露光基板の位置制御を繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 以上の精密位置決めステージで行う場合、ずれ量検出処理の結果からステージ位置制御処理を行い、所定形式のステージ制御信号を発生し、精密位置決めステージを駆動し被処理基板を物理的に移動させることで、一対一で対応した少なくとも一つ以上の特徴点位置の相対位置ずれ量を最小化する制御を、パターン転写前に予め行うことを特徴とする。

この様に、パターン転写制御装置において、ずれ量検出処理の結果からステージ位置制御処理を行い、所定形式のステージ制御信号を発生し、精密位置決めステージを駆動し基板を物理的に移動させることで、一対一で対応した少なくとも一つ以上の特徴点位置の相対位置ずれ量を最小化する制御を、パターン転写前に予め行うようにしたことで、位置決め精度が比較的悪いステージを使用した場合でも、滑らかなパターン転写が可能となる。

(11) また、本発明は、上記(1)において、被露光基板の材質が、紙フェノール、ガラスコンポジット、ガラスエポキシ、ジアリルフタレート、

エポキシレジン、オキシベンゾイルポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリメチルメタアクリル、ポリオキシメチレン、ポリフェニレンエーテル、ポリサンホル、或いは、ポリテトラフルオロエチレンのいずれかを主成分とする硬化樹脂材料からなることを特徴とする。

この様に、列挙した各種の硬化樹脂材料を用いることで、生活に密着した種々の絶縁構造物上に集積回路等を作りこむことが可能となる。

(12) また、本発明は、上記(11)において、上記硬化樹脂材料からなる被露光基板の少なくとも一部に、単結晶シリコン領域を有することを特徴とする。

この様に、硬化樹脂材料からなる基板が少なくとも一部に単結晶シリコン領域を有したものとすることで、種々の半導体デバイスを硬化樹脂材料に組み込んだハイブリッド集積回路構造、例えば、SIP (System In Package) の実現が可能となる。

(13) また、本発明は、上記(1)において、被露光基板が、シリコンウエハ、透明ガラス材料、或いは、セラミックのいずれかからなることを特徴とする。

この様に、被露光基板をシリコンウエハとすることで、半導体デバイス製造プロセスにおける、エッチング工程におけるオーバーエッチングなどによるパターン細り、成膜工程によるパターン太りに対応するパターン転写が可能となる。

また、被露光基板を透明ガラス材料或いはセラミックとすることで、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイの製造プロセスやSIP等の製造工程における、エッチング工程におけるオーバーエッチングなどによるパターン細り、成膜工程によるパターン太りに対応するパターン転写が可能となる。

(14) また、本発明は、所定の前処理を行った被露光基板を保持し、画像信号入力により任意の露光パターンを発生する手段を有した露光装置において、被露光基板からの基板反射光を基板画像撮影装置に導出する光学系と

、光学系を介して基板反射光を撮影して画像データとして取得する基板画像撮影装置と、画像信号を生成する画像信号生成装置と、基板画像撮影装置から出力される画像データを受け取り、画像信号生成装置へ画像データを出力するパターン転写制御装置と、パターン転写制御装置に設計パターンデータを伝達する機能を有した設計パターンデータ記憶装置とからなるパターン転写システムを備え、パターン転写制御装置が基板画像撮影装置から得られた画像データから特徴点抽出処理を行い、特徴点抽出結果と前記設計パターンデータからずれ量検出処理を行い、ずれ量検出処理結果を用いて設計パターンデータの画像変形処理を行い、画像変形処理結果により得られた画像を画像信号生成装置に対する画像データとして用いる機能を有することを特徴とする。

上述の構成の露光装置を用いることによって、不均一な歪によって発生した被露光基板上のパターンのずれにあわせたパターン転写が可能となる。

(15) また、本発明は、上記(14)において、画像信号入力により任意の露光パターンを発生する手段が、透過型画像表示装置を有していることを特徴とする。

この様に、透過型画像表示装置を用いることで、マスクフリー或いはレチクルフリーで、露光装置内で任意の露光パターンを発生することが可能となる。

(16) また、本発明は、上記(15)において、基板画像撮影装置が、基板反射光が透過型画像表示装置を透過した後に撮影される位置に配置されていることを特徴とする。

この様に、基板反射光を透過型画像表示装置を透過させることで、基板上のパターンと透過型画像表示装置に表示される画像の両者の物理的位置を重ねて画像撮影ができるため、基板位置と透過型画像表示装置の物理的位置アライメントを事前に実施する必要がなくなり、作業を容易にすることができる。

(17) また、本発明は、上記(15)において、透過型画像表示装置が、透過型液晶ディスプレイであることを特徴とする。

この様に、プロジェクター用途などで広く一般的に製造されており、価格も低価格で、信頼性も確保された透過型液晶ディスプレイを使用することで、システム全体のコスト低減、信頼性向上が容易に可能となる。

(18) また、本発明は、上記(14)において、露光装置が、縮小投影露光方式を採用していることを特徴とする。

この様に、現在の数 μm からサブ μm 領域の微細加工プロセスに広く使用されている縮小投影露光装置を転用することで、微細パターンの転写が容易に可能となる。

(19) また、本発明は、上記(14)において、露光装置が、近接露光方式を採用していることを特徴とする。

この様に、現在の数百 μm から数 μm 微細加工プロセスに広く使用されている近接露光装置を転用することで、比較的幅の太いパターンの転写が容易に可能となる。

(20) また、本発明は、上記(14)において、露光装置が、拡大投影露光方式を採用していることを特徴とする。

この様に、拡大投影露光装置を採用することで、屋根等の建築部材の表面に太陽電池アレイを形成する際に、マスクフリー或いはレチクルフリーで配線パターン等を形成することができる。

(21) また、本発明は、上記(14)において、被露光基板の基板位置制御機構のために、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{nm}$ 未満の超精密位置決めステージを備えていることを特徴とする。

この様に、基板位置制御機構のために、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{nm}$ 未満の超精密位置決めステージを備えることで、被露光基板の初期アライメントが不要となり、パターン転写シーケンスが簡略化できる。

なお、将来的にさらに位置決め精度が求められる場合、ステージ制御信号でステージを超精密制御しても良いものである。

(22) また、本発明は、上記(14)において、被露光基板の基板位置制御機構のために、パターン転写制御装置から伝達されるステージ制御信号により被露光基板の基板位置を制御する、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 以上の精密位置決めステージを備えていることを特徴とする。

この様に、基板位置制御機構のために、パターン転写制御装置から伝達されるステージ制御信号により基板位置を制御され、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 以上の精密位置決めステージを備えることで、一般的なステージを用いることが可能となり、装置コストの低減と、より広い露光装置システム構成への対応が可能となる。

(23) また、本発明は、上記(21)または(22)において、位置決めステージが、非共振型超音波モータを駆動機構として備えていることを特徴とする。

この様に、超精密位置決めステージが非共振型超音波モータにより駆動されるよう構成したことで、高精度で高速な基板搬送が可能となる。

また、精密位置決めステージが非共振型超音波モータにより駆動されるよう構成したことで、小型でコンパクトなステージ構成が可能となる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の原理的構成の説明図である。

図2は、本発明の第1の実施の形態のパターン転写方法におけるシステム構成図である。

図3は、露光装置10の一例の概念的構成図である。

図4は、露光装置10の他の概念的構成図である。

図5は、本発明の第1の実施の形態のパターン転写シーケンスの説明図で

ある。

図6は、本発明の第1の実施の形態における前処理工程の説明図である。

図7は、本発明の第1の実施の形態における設計パターンの一例の説明図である。

図8は、パターン転写制御装置30において行う設計パターンの領域分割例の説明図である。

図9は、三角網作成シーケンスの説明図である。

図10は、下層スルーホール実像パターンの設計位置からのずれ量検出例の説明図である。

図11は、実働パターンの領域分割と設計パターン領域の変形処理例の説明図である。

図12は、設計パターン領域の回転操作の説明図である。

図13は、設計パターン領域の座標軸変換操作の説明図である。

図14は、設計パターン領域から実像パターン領域への伸縮変換操作の説明図である。

図15は、伸縮後のパターン領域の座標変換操作の説明図である。

図16は、伸縮後のパターン領域の回転操作の説明図である。

図17は、メタル配線転写パターンの生成例の説明図である。

図18は、上層メタル配線転写後の実像パターンの説明図である。

図19は、本発明の第2の実施の形態のパターン転写工程における前処理工程の説明図である。

図20は、本発明の第2の実施の形態における設計パターンの説明図である。

図21は、本発明の第2の実施の形態における設計パターンの領域分割例の説明図である。

図22は、下層実像パターンの設計位置からのずれ量検出例の説明図である。

図 2 3 は、実像パターンの領域分割と設計パターン領域の変形処理例の説明図である。

図 2 4 は、ゲート転写パターンの生成例の説明図である。

図 2 5 は、上層ゲート電極転写後の実像パターンの説明図である。

図 2 6 は、本発明の第 3 の実施の形態のパターン転写方法におけるシステム構成図である。

図 2 7 は、露光装置 8 0 の一例を示す概念的構成図である。

図 2 8 は、露光装置 8 0 の他の概念的構成図である。

図 2 9 は、本発明の第 3 の実施の形態のパターン転写シーケンスの説明図である。

発明を実施するための最良の形態

ここで、図 2 乃至図 1 8 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態のパターン転写方法を説明する。

図 2 参照

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態のパターン転写方法におけるシステム構成図であり、被露光基板を装填するとともに被露光基板に、所定の露光パターンを投影照射する露光装置 1 0、被露光基板からの基板反射光を実画像データとして取得する基板画像撮影装置 2 0、基板画像撮影装置 2 0 で取得した実画像データを電子データ形式で受け取るパターン転写制御装置 3 0、設計パターンデータを格納するとともにパターン転写制御装置 3 0 に出力する設計パターンデータ記憶装置 4 0、変形画像データを受け取り露光装置 1 0 に備えられた露光パターン発生装置に画像信号を出力する画像表示駆動回路 5 0 から構成される。

なお、基板画像撮影装置 2 0 で取得した実画像データを電子データ形式で受け取るパターン転写制御装置 3 0 は、実画像データを特徴点抽出処理により、実像パターン上でアライメント用パターン中心点、スルーホールパター

ン中心点、矩形頂点などの、基板上に形成されているパターンに対応した特徴点を、予め決められたパターン形状とマッチングすることで抽出する特徴点抽出処理機能を有する。

また、パターン転写制御装置30は、特徴点抽出処理によって得られた特徴点の座標と、設計パターンデータ記憶装置40から呼び出した設計パターンデータの同種の特徴点の座標を一対一で対応させることで、被露光基板上的の実像パターンと特徴点における座標のずれ量を検出するずれ量検出処理機能を有する。

また、パターン転写制御装置30は、ずれ量の値に応じて設計パターンデータの特徴点を基板上的の実像パターンの特徴点に一致させる処理を行うことで、画像変形処理を実施する画像変形処理機能を有する。

この場合、基板画像撮影装置20としては、例えば、CCD等の半導体受光素子からなる高解像度エリアセンサを使用して構成することが好適である。

また、必要な解像度は、最小加工寸法によって決定されるが、ここでは、例えば、一回のシーケンスで転写できる有効パターン領域を10mm角と設定し、最小加工寸法を10 μ mとする。

この時、必要な最小限の画素数を実像画像上で1画素/10 μ mであると規定すると、3008画素 \times 1960画素の500万画素程度の高解像度エリアセンサを使用した場合、エリアセンサ有効面の対応する基板画像の大きさは30.08mm \times 19.60mmとなり、10mm角の有効パターン領域を取り込むことは十分可能である。

また、基板画像撮影装置20で形成する実画像データのデータ形式は、1画素ごとのビットマップデータ形式が好適であるが、JPEG形式、TIFF形式、PNG形式、VQ形式、ランレングス符号化などで圧縮されたデータフォーマットでも良い。

なお、システムの通信速度を向上するために圧縮されたデータフォーマッ

トを使用する場合には、非可逆的に圧縮された画像は劣化するので、後述する特徴点抽出処理のアルゴリズムにより別途等価的に分解能を向上させても良いことは言うまでもない。

図3参照

図3は、露光装置10の一例の概念的構成図であり、この場合には、ステップに代表される縮小投影露光方式に対応した露光装置を示している。

露光装置10は、光源11、光源11からの光を平行光線に変換する上部光学装置12、画像信号により設計パターンデータに対応した露光パターンを発生する透過型画像表示装置13、透過型画像表示装置13を透過した平行光線を縮小する下部光学装置14、被露光基板16を保持する超精密位置決めステージ15から構成される。

この場合の透過型画像表示装置13としては、プロジェクター用途などで広く一般的に製造されており、価格も低価格で、信頼性も確保された透過型液晶ディスプレイを使用することが望ましく、システム全体のコスト低減、信頼性向上が容易に可能となる。

また、超精密位置決めステージ15としては、非共振型超音波モータで駆動され、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 未満の位置決めステージを用いる。

また、基板反射光取得時には、光源11からの光に対して基板表面に塗布された感光材料が感光しないよう、上部光学装置12において透過する光の波長をフィルタリングする。

例えば、高圧水銀ランプを使用して波長 436 nm のg線を使用して感光材料にパターン転写する場合には、それより長い波長 546 nm のe線を使用する。

また、ハロゲンランプなど露光に使用する波長をカットした異なる光源を別途用いても良い。

また、被露光基板16から反射した光は下部光学装置14、透過型画像表

示装置13を経て、上部光学装置12に到達し、上部光学装置12では基板反射光をハーフミラーや窓等の光学系を介して外部に設けた基板画像撮影装置50へ出力する。

図4参照

図4は、露光装置10の他の概念的構成図であり、この場合には、マスクアライナに代表される近接露光方式に対応した露光装置を示している。

この露光装置10の構成は図3に示した露光装置とほぼ同様であるので詳細な説明は省略するが、下部光学装置がない点で相違しており、透過画像表示装置13を透過した平行光は1対1で被露光基板16の表面に直接照射される。

図5参照

図5は、本発明の第1の実施の形態におけるパターン転写シーケンスの説明図であり、ここでは、図3に示した縮小投影露光方式について説明する。

まず、

①露光装置10に組み込まれた透過型画像形成装置13に全ての画素を全て透過モードにして、光源11から被露光基板16上に塗布した感光材料を感光させない波長の光を照射し、被露光基板16からの基板反射光を透過型画像形成装置13、上部光学装置12を介して基板画像撮影装置50で基板反射画像を撮影する。

この場合、感光材料は可視光に対して比較的透明であるので、感光材料を介して被露光基板に設けたパターンを読み取ることが可能である。

次に、パターン転写制御装置30において、

- ②取得した基板反射画像に対し特徴点の抽出処理を実施する。次いで、
- ③特徴点の抽出結果からずれ量を検出する。次いで、
- ④検出したずれ量に基づいて、設計パターンデータ記憶装置40から読み込んだ設計パターンデータに対して画像変形処理を施す。

次に、

⑤変形処理後の画像データを画像信号として露光装置10を構成する透過型画像形成装置13に入力して、透過型画像形成装置13上で露光パターンを発生させる。

次に、

⑥露光パターンを発生させた透過型画像形成装置13に、感光材料を感光させる波長の光を照射して、透過した光を下部光学装置14で被露光基板16の表面に焦点を結ぶように縮小投影することによって、露光を行う。

なお、露光工程に先立って、超精密位置決めステージ15上にピン或いは型枠等の固定治具を設けておき、この固定治具に既に外形が分かっている非露光基板16の側面を突き当てることによって位置決めを行う。

この時の固定治具による位置決め精度は、透過型画像表示装置13でパターン転写が可能な有効露光エリア全体に対する被露光基板16上のパターン転写領域全体の被覆マージン量で決定する。

例えば、透過型画像表示装置13の画素サイズが $20\mu\text{m}$ 角である場合、5対1の縮小投影を行うと、1画素当り $4\mu\text{m}$ となる。

この場合、固定治具による超精密位置決めステージ15上の被露光基板16の位置決め精度が $\pm 5.0\mu\text{m}$ とした場合、被覆マージン量は $100\mu\text{m}$ あれば良く、即ち、25画素分($=100\mu\text{m}/4\mu\text{m}$)の被覆マージン量を見込んで予め有効露光エリアを決定する。

また、基板反射画像撮影の前に被露光基板の前処理を行うので、ここで、図6を参照して被露光基板の前処理工程を説明する。

図6参照

図6は、本発明の第1の実施の形態における前処理工程の説明図であり、ここでは、まず、

- ①パターン転写を行う被処理基板となる樹脂基板を洗浄したのち、
- ②スルーホールパターンを形成し、次いで、
- ③スルーホールパターンを形成した樹脂基板を洗浄し、次いで、

- ④スルーホール内に金属メッキを施し、次いで、
- ⑤金属メッキを施した樹脂基板を洗浄し、最後に、
- ⑥樹脂基板の最表面に感光材を予め塗布する。

図7参照

図7は、本発明の第1の実施の形態における設計パターンの一例の説明図であり、ここでは、樹脂基板上でのプリント配線回路のパターン転写の場合を説明する。

この設計パターンは、上述の前処理工程で形成したスルーホール61を下層レイヤーとして上層にメタル配線62を形成する際の設計パターン例であり、下層レイヤーの有効露光エリア端には別途アライメント用パターン63、64を計8箇所を設置している。

ここでは、アライメント用パターン63、64としては、回路パターンとは独立に形成するもので、例えば、貫通孔とする。

なお、この場合の有効露光エリアの形状は一般的に長方形とした方が良く、したがって、このアライメント用パターンの数は少なくとも有効露光エリアの頂点の4箇所にあれば十分である。

なお、4辺に一箇所ずつ設けた他の4つのアライメント用パターン64は、より実際のパターンの歪に合ったパターン転写を行うことができるよう追加したものである。

図8参照

図8は、パターン転写制御装置30において行う設計パターンの領域分割例であり、ここで特徴点として使用したのは、アライメント用パターン63、64の中心点とスルーホールパターン65の中心点である。

なお、66は配線パターンである。

設計パターンデータ記憶装置40から読み込んだ設計パターンは、上記の特徴点を使用して全有効露光エリアにわたり三角網で領域分割を行うものであり、ここでは、説明するために必要な一部の三角形には別途ハッチングを

施し強調しているが、この部分だけにその後の処理を行うわけではなく、全ての三角形に対して同様の処理を行うことは言うまでもない。

なお、三角網の網目のパターンは全ての三角形ができるだけ正三角形に近く、つぶれた三角形をできるだけ含まないように分割するものであり、それによって、その後の変換の精度を一様とする上で好適である。

この場合、正三角形に近く分割する工程においては、計算幾何学の分野で「Delaunay三角網の生成」と呼ばれる方法で、最小角最大原理に基づいた三角形分割方法で行うので、ここで、図9を参照して具体的分割フローを説明する。

図9 参照

図9は、三角網作成シーケンスの説明図であり、まず、

- ①上述の特徴点の中から任意の3点を選択し、
- ②選択した3点が直線上にあるか否かを判定する。

判定の結果、3点が直線上にある場合には、上記の①の工程に戻り、3点が直線上にない場合には、

- ③選ばれた3点を結んでできる三角形の外接円を作成する。

次いで、

- ④外接円内に他の特徴点があるか否かを判定する。

但し、外接円の円周上の点は円外とみなす。

判定の結果、外接円内に他の特徴点がある場合には、上記の①の工程に戻り、外接円内に他の特徴点がない場合には、

- ⑤選択した3点からなる三角形を分割の一つの要素と見なす。

この工程を全ての特徴点に繰り返し行い、

- ⑥全ての特徴点が、三角網に入ったか否かを判定する。

判定の結果、全ての特徴点が、三角網に入っていない場合には、上記の①の工程に戻り、全ての特徴点が、三角網に入った場合に工程を終了する。

図10 参照

図10は、下層スルーホール実像パターンの設計位置からのずれ量検出例であり、スルーホール61が形成された樹脂基板からなるとともに感光材料が塗布された被露光基板16を撮影し、得られた実像パターンから、スルーホール61とアライメント用パターン63、64の中心点を、パターンマッチング処理によって特徴点として抽出している。

次いで、実像パターンの特徴点と、設計パターンデータと一対一で対応する特徴点を判断し、それぞれの相対位置ずれ量を検出する。

ここでは、たまたま3つの特徴点のみにおいて位置ずれが発生している場合を示しているが、それ以上の数の特徴点が位置ずれを生じていても同様な処理が施せることは言うまでもない。

但し、ここでは、説明を簡単にするために、歪によりスルーホール61の位置は設計パターンデータにおけるスルーホールパターンの中心点67の位置からずれているものの、基板全体としては歪が均衡して有効露光エリア全体としては歪がない状態を想定しており、したがって、有効露光エリアに設けた8つのアライメント用パターン63、64は長方形の外郭に位置することになる。

なお、有効露光エリア全体が歪み、有効露光エリアの外郭に設けたに設けた8つのアライメント用パターン63、64が長方形の外郭からずれた場合にも、アライメント用パターン63、64と特徴点とで三角網に分割した各三角形を、設計パターン上で長方形のまま三角網に分割した対応する三角形と比較して上記と同様にずれ量を求めれば良い。

図11参照

図11は、実像パターンの領域分割と設計パターン領域の変形処理例であり、特徴点抽出処理により検出した実像パターン上の特徴点を使用して、上述した設計パターンデータを分割した三角網と同じ網目を有する三角網で実像パターンを領域分割している。

なお、ここでも、着目すべき三角形にハッチングを施している。

次に、図12乃至図16を参照して、設計パターンデータを分割した三角形を対応する実像パターンを分割した三角形に一致するように画像変形するための変換操作を説明する。

図12参照

図12は、設計パターン領域の回転操作の説明図であり、三角形の頂点の一つを原点とし、原点を中心として三角形の底辺が第1象限に入るよう三角形を回転するものであり、回転操作を行った三角形はXY座標系で表現される。

ここで回転角度を θ とすると、回転操作を行う際に使用する座標変換式は図中に記載した行列式(1)で表される。

図13参照

図13は、設計パターン領域の座標軸変換操作の説明図であり、回転操作を終えた三角形に対し、座標軸変換処理を行い三角形の二つの辺を軸とする ξ ϕ 座標軸を形成する。

この座標変換操作を行う際に使用する座標変換式は図中に記載した行列式(2)で表される。

図14参照

図14は、設計パターン領域から実像パターン領域への伸縮変換操作の説明図であり、 ξ ϕ 座標軸に変換された設計パターンの三角形を、上記と同様な操作で ξ' ϕ' 座標軸に変換された実像パターン上の対応する三角形と同じ辺の長さとなるよう伸縮変換処理を行う。

この座標変換操作を行う際に使用する座標変換式は図中に記載した行列式(3)で表される。

図15参照

図15は、伸縮後のパターン領域の座標変換操作の説明図であり、伸縮変換処理を行った三角形は座標逆変換を行いX' Y'座標系に変換する。

この座標変換操作を行う際に使用する座標変換式は図中に記載した行列式

(4) で表される。

図16参照

図16は、伸縮後のパターン領域の回転操作の説明図であり、 X' Y' 座標系に変換した三角形は、その後回転操作を行い元の実像パターンの三角形と同じ回転方向に戻す。

この座標変換操作を行う際に使用する座標変換式は図中に記載した行列式(5)で表される。

以上、図12乃至図16までの一連の操作を設計パターン上の三角形の領域に対して実施することで実像パターン上の三角形に画像変形処理を行うことができる。

なお、全体の画像変形処理式は、図16中に記載した行列式(6)で表される。

上述の画像変形処理は、着目した一つの三角形を例に取り、変形操作のアルゴリズムを説明しているが、この画像変形処理はこの一つの三角形のみに行われるのではなく、三角網を構成する全ての三角形に対して同様な変形処理を行うことは言うまでもない。

図17参照

図17は、メタル配線転写パターンの生成例の説明図であり、上述の画像変形処理によって設計パターンデータから画像変形したメタル配線転写パターン68を示しており、有効露光エリアの局所的歪に応じたメタル配線転写パターン68が得られる。

図18参照

図18は、上層メタル配線転写後の実像パターン例であり、全ての三角形に対して画像変形処理を実施した結果から得られた画像データを使用し上述の露光装置10でパターン転写を行うことで、樹脂基板上の不均一な歪によって発生したスルーホール61のそれぞれの位置ずれに対応して上層のメタル配線69を転写することができる。

なお、上記の樹脂基板材料としては、紙フェノール、ガラスコンポジット、ガラスエポキシ、ジアリルフタレート、エポキシレジン、オキシベンゾイルポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリメチルメタクリル、ポリオキシメチレン、ポリフェニレンエーテル、ポリサンホル、ポリテトラフルオロエチレン、のいずれかを主成分とする硬化樹脂材料を使用することが好適であり、このような歪を容易に発生する基板材料に対しても電氣的に配線、コンタクトを断線・短絡することがなくパターン転写を行うことができる。

次に、図19乃至図25を参照して、本発明の第2の実施の形態のパターン転写方法を説明するが、使用するパターン転写システム、露光装置、パターン転写フロー、三角網の形成方法、画像変形方法自体は、上記の第1の実施の形態と同様である。

図19参照

図19は、本発明の第2の実施の形態のパターン転写工程における前処理工程の説明図であり、まず、

- ①シリコンウェハを洗浄した後、
- ②選択酸化等により素子分離酸化膜に囲まれた素子形成領域パターンを形成し、次いで、
- ③素子形成領域パターンを形成したシリコンウェハを洗浄する。

次いで、

- ④熱酸化により素子形成領域の表面にゲート絶縁膜を形成したのち、
- ⑤多結晶シリコン等からなるゲート電極形成用導電膜を堆積させ、次いで、
- ⑥表面を洗浄した後、
- ⑦シリコンウェハの最表面に感光材を塗布する。

この場合も、感光材を透過してゲート電極形成用導電膜の表面に形成される下地の素子分離酸化膜等に起因する段差を観測することができ、この段差により素子形成領域パターンを認識することができる。

図20参照

図20は、本発明の第2の実施の形態における設計パターンの説明図であり、ここでは、シリコンウエハ上に形成するMOSFETのパターン転写を例に説明するものであり、素子形成領域パターン71を下層に取り、これに合わせてゲート電極パターン72を形成する。

なお、この場合も有効露光エリアの四隅及び4つの辺の midpoint に設けたアライメント用パターン73、74を合わせて表示している。

図21参照

図21は、本発明の第2の実施の形態における設計パターンの領域分割例であり、ここでは、有効露光エリア端のアライメント用パターン73、74以外に素子形成領域パターン71の長方形の頂点75を特徴点として用い、これらの特徴点を使用して上述の第1の実施の形態と同様に三角網により設計パターンの領域分割を行う。

図22参照

図22は、下層の実像パターン76の設計位置からのずれ量検出例であり、ずれ量の検出は上記の第1の実施の形態との同様な操作により行う。

ここにおいては、素子形成領域パターン71を形成する工程で、素子分離領域が多少拡大してしまった例を示しており、素子形成領域パターン71の頂点75がそれぞれ外側に向かって同様にずれてしまっていることが検出される。

図23参照

図23は、実像パターン76の領域分割と設計パターンである素子形成領域パターン71の変形処理例であり、上記の第1の実施の形態と同様な操作で実像パターン76を三角網で領域分割する。

ここでも、注目すべき三角形にハッチングを施し、設計パターン上の対応する一部の三角形と比較して示しているが、このあと設計パターン上の全ての三角形に対して同様の操作を行うことは言うまでもない。

図24参照

図24は、ゲート転写パターンの生成例であり、上記の第1の実施の形態と同様な操作で画像変形処理を行い、設計パターンデータの全ての三角形を、実像パターン上の全ての三角形のそれぞれ対応する三角形の形状に適合するように画像変形処理してゲート転写パターン77を得る。

図25参照

図25は、上層のゲート電極転写後の実像パターン例であり、上記の第1の実施の形態と全く同様な操作でシリコンウエハ上でも局所的なパターン歪に対応した実像ゲート電極パターン78を得ることができる。

次に、図26乃至図29を参照して、本発明の第3の実施の形態のパターン転写方法を説明する。

図26参照

図26は、本発明の第3の実施の形態のパターン転写方法に用いるシステム構成図であり、基本的構成は上記の第1の実施の形態のパターン転写システム構成と同様であるが、この第3の実施の形態においては、露光装置80が、上記の第1の実施の形態に用いる露光装置10を構成する超精密位置決めステージ15より位置決め精度の劣る精密位置決めステージを備えたものであり、それに伴ってパターン転写制御装置30にステージ位置制御処理機能を持たせ、ステージ制御信号により精密位置決めステージの位置を制御する。

図27参照

図27は、露光装置80の一例を示す概念的構成図であり、上記の図3に示した縮小投影露光方式に対応した露光装置と基本的構成は同じであるが、この場合には、位置決めステージとして、非共振型超音波モータで駆動され、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{nm}$ 以上の精密位置決めステージ85を用いたものであり、ステージ位置制御処理結果に基づくステージ制御信号により精密位置決めステージ85のステージ位置を変更するこ

とが可能な構成となっている。

図28参照

図28は、露光装置80の他の概念的構成図であり、上記の図4に示した近接露光方式に対応した露光装置と基本的構成は同じであるが、この場合も被露光基板16を保持する位置決めステージとして位置決め精度が比較的悪い精密位置決めステージ85を用いた構成となっており、パターン転写制御装置から送られるステージ制御信号によりステージ位置を変更することが可能な構成となっている。

図29参照

図29は、本発明の第3の実施の形態におけるパターン転写シーケンスの説明図であり、基本的シーケンスは図5に示した第1の実施の形態におけるパターン転写シーケンスと同様である。

しかし、この第3の実施の形態においては、精密位置決めステージ85は、必要なパターン転写精度に比べて悪いので、ずれ量検出処理が終了した後、所定の規定値以内にずれ量が収まっているか否かの条件分岐を設ける。

この③'の条件分岐における判定で、ずれ量が基準値以下である場合、図5にけるシーケンスと同様になるが、ずれ量が基準値を超えた場合には、⑦基板画像撮影回数が、規定回数以下か否かを判定し、判定において規定回数以下であれば、

⑧パターン転写制御装置においてステージ制御信号を発生させ、このステージ制御信号により精密位置決めステージ位置85の位置を微小変更する。

即ち、そのずれ量のうち、例えば、一番大きなずれ量を発生している特徴点に対して、その量の半分の量だけステージを移動させた後、もう一度、シーケンスを進め、ずれ量を検出した後、そのずれ量が規定値以内に収まっているかどうかの条件分岐を実施し、ずれ量が規定値以下になった場合に、画像変形を行い、露光パターンを発生させ、露光を行ってシーケンスを終了し、規定値より大きい場合には再度同様な操作によりステージ位置制御処理を

実施する。

なお、このサイクルを繰り返し無限ループを形成することを防ぐために、基板画像撮影回数をカウントしておき、所定の回数以上になった場合にはエラーを知らせる条件分岐を設ける。

以上のシステム構成およびシーケンス構成により、比較的精度の劣る精密位置決めステージ 85 を用いて被露光基板 16 を保持した場合でも、良好なパターン転写を実施することができる。

この様に、本発明の第 3 の実施の形態においては、一般的な精密位置決めステージを用いることにより、装置コストの低減と、より広い露光装置システム構成への対応が可能となる。

以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は、上記の各実施の形態に記載した構成・条件に限られるものではなく、各種の変更が可能である。

例えば、上記の各実施の形態においては、基板反射光から実画像データを取得するために、3008画素×1960画素の500万画素程度の高解像度エリアセンサを使用しているが、さらに高解像度な画像を撮影したい場合には、別途、基板画像撮影装置において基板反射光の拡大倍率を上げてエリアセンサをスキャンさせれば、有効パターン領域全面の取り込みが可能である。

また、同様な操作を使用すれば、ラインセンサを使ったスキャン取り込み方式でも良い。

また、上記の各実施の形態においては、有効露光エリアに8箇所のアライメント用パターンを設けているが、8箇所である必要はなく、6箇所でも良いし、或いは、12箇所等でも良い。

また、上記の各実施の形態においては、説明を簡単にするために、基板の前処理工程として、基板に対するスルーホール形成工程として説明しているが、この様な前処理工程に限定されるわけではなく、先に金属配線パター

ンとスルーホールパターンが複数層にわたり形成されていても良いことは言うまでもない。

また、上記の各実施の形態においては、特徴点を利用して有効露光エリアを三角網で分割しているが、分割法は、Delaunay三角網の生成法に限られるものではなく、また、この場合の三角形は必ずしも正三角形に近い三角形だけで構成する必要はないものである。

また、上記の各実施例においては、アライメント用パターンを、専用のパターンとして設けているが、必ずしも専用パターンである必要はなく、プリント配線基板等にとって必要な機能を兼ねるパターンをアライメント用パターンとして用いても良いものである。

例えば、この様な兼用パターンとしては、プリント配線基板を電子機器に取り付けるために設けるネジ穴を使用しても良いし、或いは、被露光基板が有効露光エリアより小さな場合には、被露光基板の角をアライメント用パターンとして利用しても良いものである。

また、上記の第1の実施の形態においては、特徴点抽出処理において、特徴点として、スルーホールを用いているが、配線パターンの屈曲部の角や中点を用いても良いものである。

さらには、配線パターンをその中心線で代表させて直線或いは屈曲線（曲線を含む）として扱い、直線或いは屈曲線の両端、中点、或いは、屈曲点を特徴点として用いても良いものである。

また、上記の第2の実施の形態においては、特徴点抽出処理において、特徴点として、素子形成領域パターンである長方形の頂点を用いているが、頂点に限られるものではなく、辺の中点、或いは、重心点等を用いても良いものである。

さらには、下地の実パターンが矩形以外の多角形である場合には、多角形パターンの頂点、辺の中点、重心等の特徴的な点を特徴点として用いれば良いものである。

また、上記の第2の実施の形態においては、被露光基板としてシリコンウェハを用いているが、シリコンウェハに限られるものではなく、例えば、透明ガラス基板上或いはセラミック基板上の集積回路パターンの転写工程にも適用されるものであり、それによって、アクティブマトリクス型液晶表示装置を構成するTFT基板やSIP等を高スループットで形成することができる。

また、上記の各実施の形態においては、予め基板に形成したアライメント用パターンを用いているが、必要な場合には、パターン転写時に新たなアライメント用パターンを集積回路パターンと一緒に転写しても良い。

また、上記の各実施の形態においては、特に言及していないが、透過型画像表示装置のそれぞれの画素の位置と、この透過型画素表示装置を透過して得られる基板反射光を撮影する基板画像撮影装置のそれぞれの画素の位置関係を事前に校正しておく必要がある。

この場合の校正の仕方としては、例えば、透過型画像表示装置の1画素だけを不透過にしておき、その画素を全領域にわたって移動させてゆき、その際に基板画像撮影装置で取得された画像から、透過型画像表示装置の1つの画素が基板画像撮影装置の撮影画素のどの画素に対応しているか検出すれば良い。

また、上記の各実施の形態においては、パターン転写対象をプリント配線基板に形成する配線パターン或いは半導体デバイスの電極パターンとして説明しているが、本発明はこのようなパターンの転写に限られるものではなく、絶縁膜のパターニング或いは他のデバイスのパターニング等の各種のパターンの転写に適用されるものである。

例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）シート上に表示デバイスを形成する電子ペーパー等においては、PETフィルムが可撓性を有し、且つ、熱変形しやすい素材であるため、製造工程において歪が発生しやすいが、本発明のパターン転写方法を用いることにより、上下層に設けた各種の要素

の電氣的接続等を確実に行うことができる。

或いは、SIP (System In Package) の場合には、既にデバイスが形成されて出来上がった状態の半導体チップを実装基板上に貼り付けて、半導体チップの接続端子から実装基板上の接続端子に配線を接続することが必要となるが、この場合にも、本発明のパターン転写方法を用いることにより、 $10\mu\text{m}$ ～ $1\mu\text{m}$ 程度の細い配線によるスーパーコネクタが可能になる。

さらには、屋根等の建材に太陽電池アレイ等を直接形成する際に、本発明を適用してマスクフリー或いはレチクルフリーで配線パターン等を形成しても良いものである。

なお、この場合には、比較的幅太のパターンになると考えられるので、拡大投影露光方式を採用することが望ましく、その場合に、図3に示した縮小投影露光方式の露光装置における下部光学装置を拡大光学系として構成すれば良い。

また、上記の第1の実施の形態においては、超精密位置決めステージを用いているために、上記の第2の実施の形態のようにステージ制御信号でステージの位置を制御していないが、将来的にさらに位置決め精度が求められる場合、ステージ制御信号でステージを超精密制御しても良いものである。

また、上記の各実施の形態においては、露光装置をパターン転写制御装置等を含まない狭義の露光装置として説明しているが、上記図2或いは図26に示したパターン転写システムの全体構成のように、狭義の露光装置にパターン転写制御装置等を組み込んで広義の露光装置として良いものである。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明により、不均一な基板上の歪により生じた微細加工パターン形状のずれに対応し、電氣的に不具合を生じることなく、確実に配線、コンタクト、或いは、デバイスの形成ができるパターン転写が可

能になり、ひいては、各種の電子デバイス、電子機器のスループットの向上、製造コストの低減に寄与するところが大きい。

請 求 の 範 囲

1. 所定の前処理を行った被露光基板を撮影して取得した画像データから特徴点抽出処理を行い、前記特徴点抽出結果と露光すべき設計パターンデータとの比較からずれ量検出処理を行い、前記ずれ量検出処理結果を用いて前記設計パターンデータの画像変形処理を行い、前記画像変形処理結果により得られた画像を露光画像発生装置により露光パターンとして発生させ、前記露光パターンを前記被露光基板上に露光することを特徴とするパターン転写方法。
2. 上記設計パターンデータが、プリント配線回路パターン、半導体回路パターン、或いは、それらが複合した回路パターンのいずれかからなることを特徴とする請求項1に記載のパターン転写方法。
3. 上記被露光基板の前処理において、上記設計パターンデータにおける少なくとも一つのレイヤーのパターンが予め形成される工程があり、その後に前記被露光基板の最表面に感光性材料膜を塗布することを特徴とする請求項1に記載のパターン転写方法。
4. 上記被露光基板の前処理において、上記基板反射光を前記基板画像撮影装置で撮影する際に画像取得可能な有効エリア領域端部に少なくとも4箇所以上のアライメント用パターンが上記設計パターンに加えて形成されたことを特徴とする請求項3に記載のパターン転写方法。
5. 上記特徴点抽出処理において、上記アライメント用パターンに加えてスルーホールを特徴点として用いたことを特徴とする請求項4に記載のパターン転写方法。
6. 上記特徴点抽出処理において、上記アライメント用パターンに加えて、少なくとも多角形パターンの周囲または内部の特徴となる点、直線または曲線の特徴となる点のいずれかを特徴点として用いたことを特徴とする請求項4に記載のパターン転写方法。
7. 上記ずれ量検出処理において、上記画像データと上記設計パターンデー

タの両方に一対一で対応した全ての特徴点に対して、それぞれの相対位置ずれ量を算出することを特徴とする請求項1記載のパターン転写方法。

8. 上記画像変形処理において、上記一対一で対応した全ての特徴点を頂点に使用して、上記画像データと上記設計パターンデータの両方を同一の網目を有する三角網で領域分割し、前記設計パターンデータの三角網のそれぞれの三角形の形状が、前記画像データの三角網のそれぞれの三角形の形状に一致するように画像変形処理を行うことを特徴とする請求項7記載のパターン転写方法。

9. 上記画像変形処理において、アフィン変換を使用することを特徴とする請求項8記載のパターン転写方法。

10. 上記被露光基板の位置制御を繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 以上の精密位置決めステージで行う場合、上記ずれ量検出処理の結果からステージ位置制御処理を行い、所定形式のステージ制御信号を発生し、前記精密位置決めステージを駆動し前記被処理基板を物理的に移動させることで、上記一対一で対応した少なくとも一つ以上の特徴点位置の相対位置ずれ量を最小化する制御を、パターン転写前に予め行うことを特徴とする請求項1記載のパターン転写方法。

11. 上記被露光基板の材質が、紙フェノール、ガラスコンポジット、ガラスエポキシ、ジアリルフタレート、エポキシレジン、オキシベンゾイルポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリメチルメタクリル、ポリオキシメチレン、ポリフェニレンエーテル、ポリサンホル、或いは、ポリテトラフルオロエチレンのいずれかを主成分とする硬化樹脂材料からなることを特徴とする請求項1記載のパターン転写方法。

12. 上記硬化樹脂材料からなる被露光基板の少なくとも一部に、単結晶シリコン領域を有することを特徴とする請求項11記載のパターン転写方法。

13. 上記被露光基板が、シリコンウエハ、透明ガラス材料、或いは、セラミックのいずれかからなることを特徴とする請求項1記載のパターン転写方

法。

14. 所定の前処理を行った被露光基板を保持し、画像信号入力により任意の露光パターンを発生する手段を有した露光装置において、前記被露光基板からの基板反射光を基板画像撮影装置に導出する光学系と、前記光学系を介して前記基板反射光を撮影して画像データとして取得する基板画像撮影装置と、前記画像信号を生成する画像信号生成装置と、前記基板画像撮影装置から出力される画像データを受け取り、前記画像信号生成装置へ画像データを出力するパターン転写制御装置と、前記パターン転写制御装置に設計パターンデータを伝達する機能を有した設計パターンデータ記憶装置とからなるパターン転写システムを備え、前記パターン転写制御装置が前記基板画像撮影装置から得られた画像データから特徴点抽出処理を行い、前記特徴点抽出結果と前記設計パターンデータからずれ量検出処理を行い、前記ずれ量検出処理結果を用いて前記設計パターンデータの画像変形処理を行い、前記画像変形処理結果により得られた画像を前記画像信号生成装置に対する画像データとして用いる機能を有することを特徴とする露光装置。

15. 上記画像信号入力により任意の露光パターンを発生する手段が、透過型画像表示装置を有していることを特徴とする請求項14記載の露光装置。

16. 上記基板画像撮影装置が、上記基板反射光が上記透過型画像表示装置を透過した後に撮影される位置に配置されていることを特徴とする請求項15記載の露光装置。

17. 上記透過型画像表示装置が、透過型液晶ディスプレイであることを特徴とする請求項15または16に記載の露光装置。

18. 上記露光装置が、縮小投影露光方式を採用していることを特徴とする請求項14記載の露光装置。

19. 上記露光装置が、近接露光方式を採用していることを特徴とする請求項14記載の露光装置。

20. 上記露光装置が、拡大投影露光方式を採用していることを特徴とする

請求項 1 4 記載の露光装置。

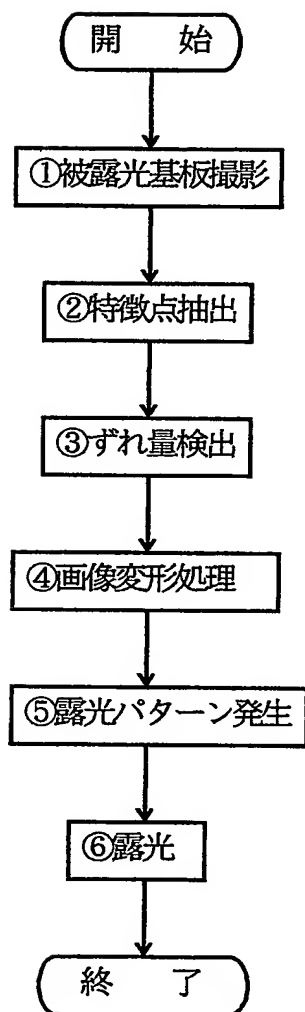
2 1. 上記被露光基板の基板位置制御機構のために、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 未満の超精密位置決めステージを備えていることを特徴とする請求項 1 4 記載の露光装置。

2 2. 上記被露光基板の基板位置制御機構のために、上記パターン転写制御装置から伝達されるステージ制御信号により前記被露光基板の基板位置を制御する、繰り返し位置決め精度が長さを単位として $\pm 11\text{ nm}$ 以上の精密位置決めステージを備えていることを特徴とする請求項 1 4 記載の露光装置。

2 3. 上記位置決めステージが、非共振型超音波モータを駆動機構として備えていることを特徴とする請求項 2 1 または 2 2 に記載の露光装置。

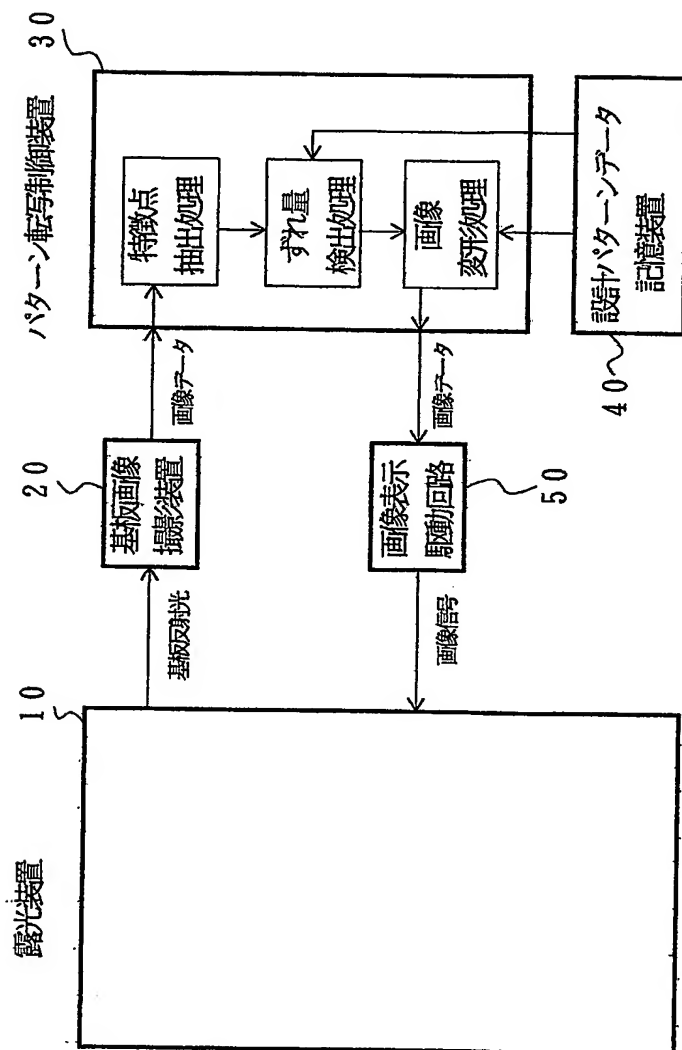
1 / 27

図 1



2 / 27

図 2



3 / 27

图 3

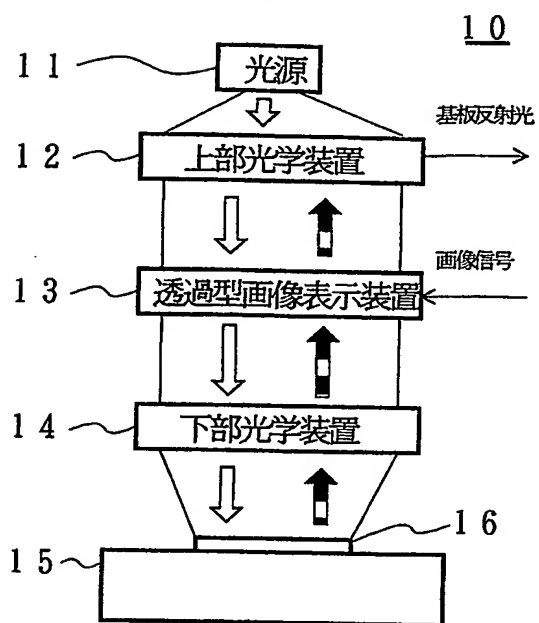


图 4

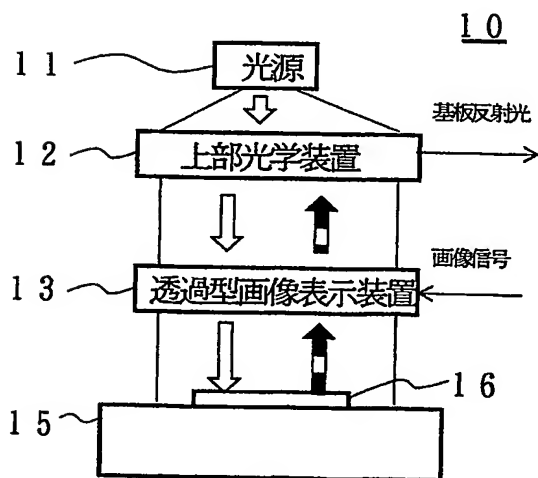
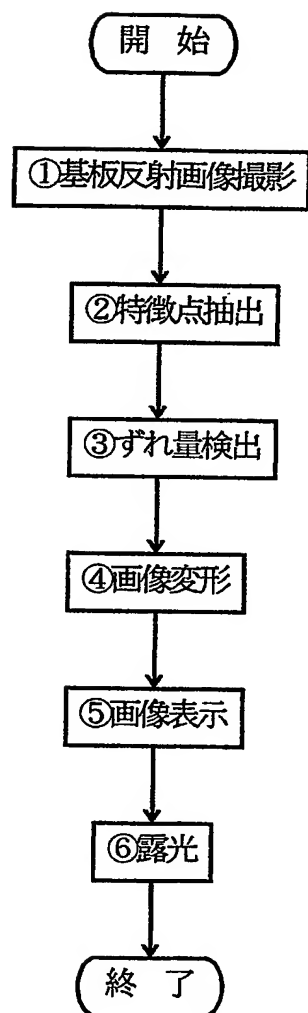
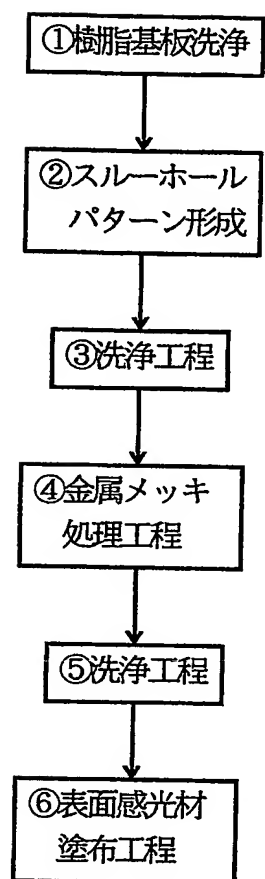


図 5



5 / 27

図 6



6 / 27

図 7

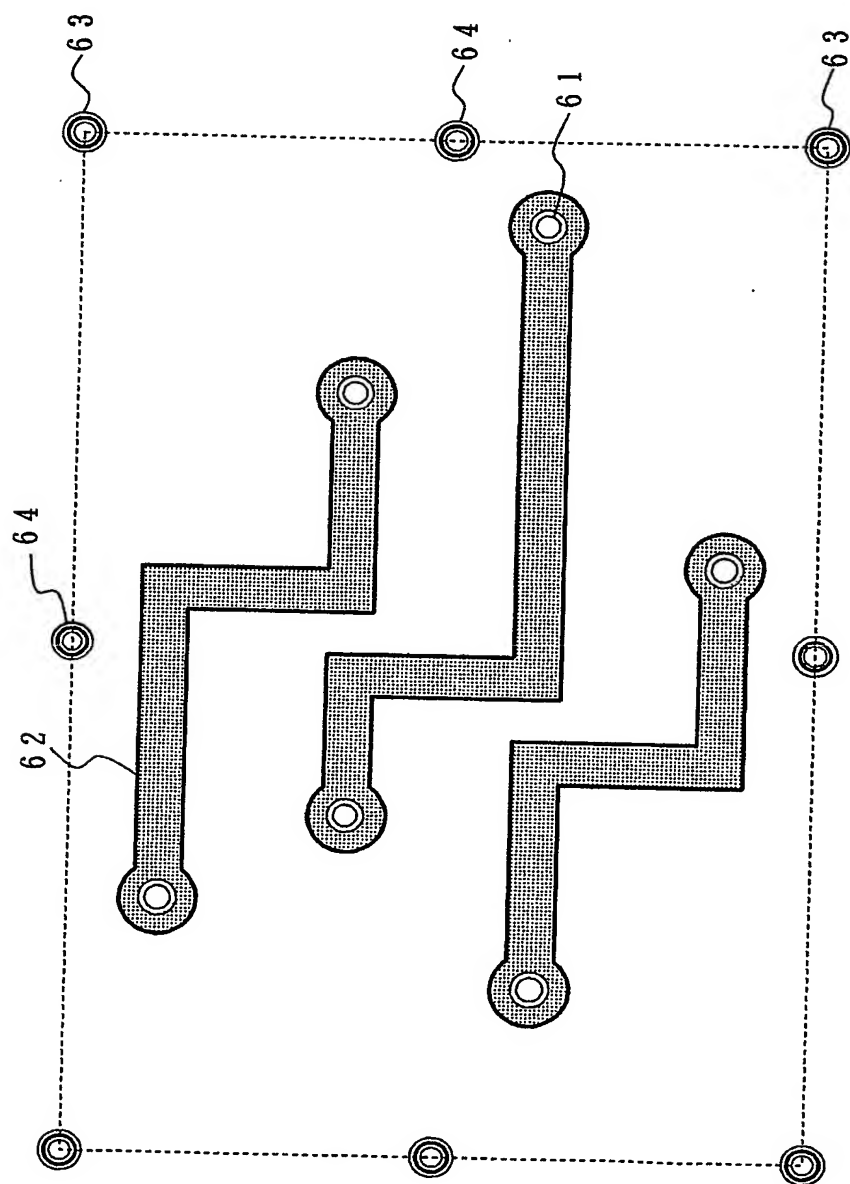
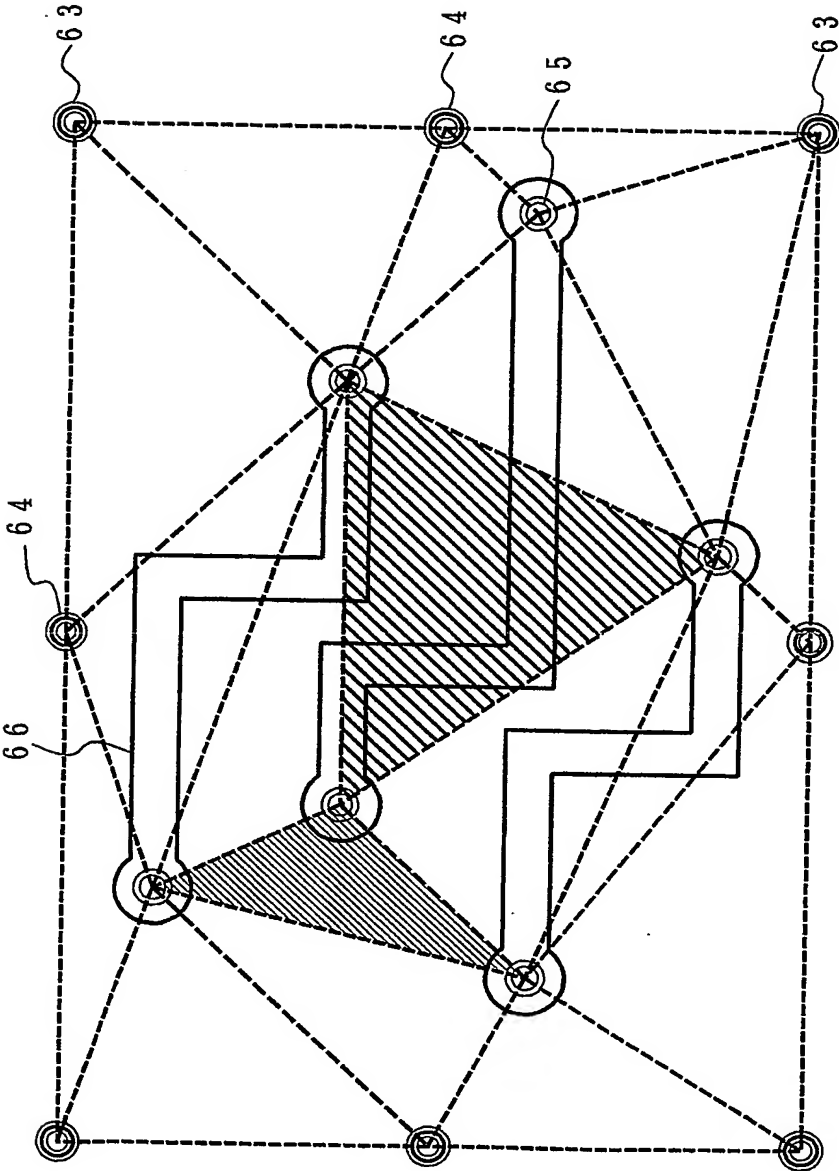


図 8



8 / 27

図9

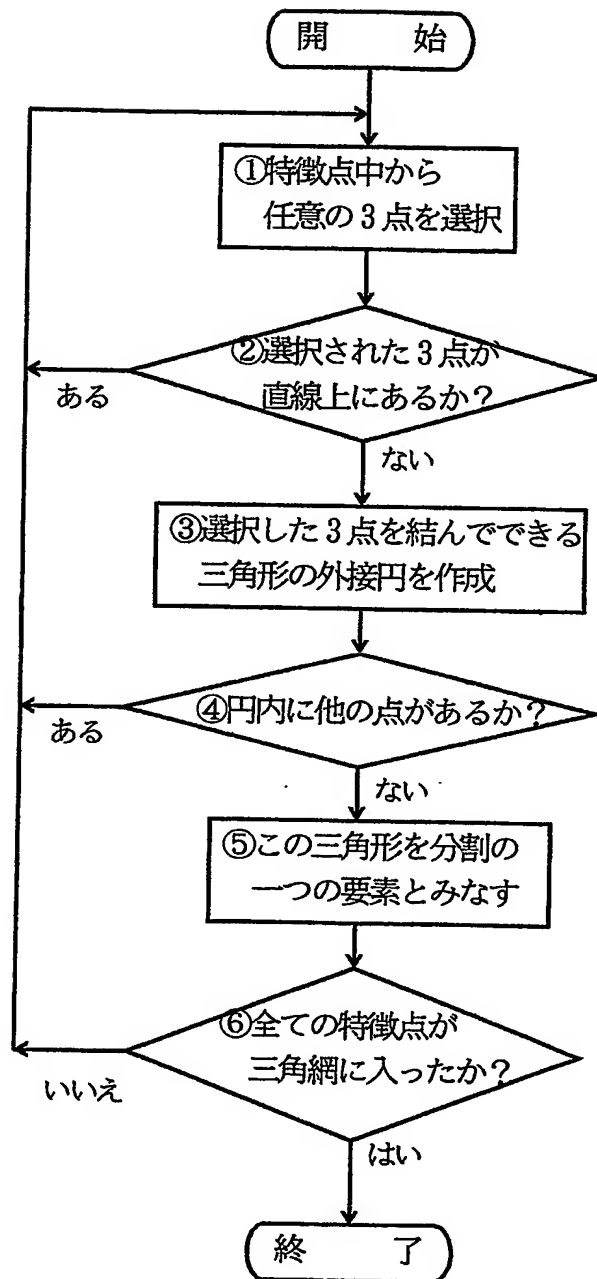


図 10

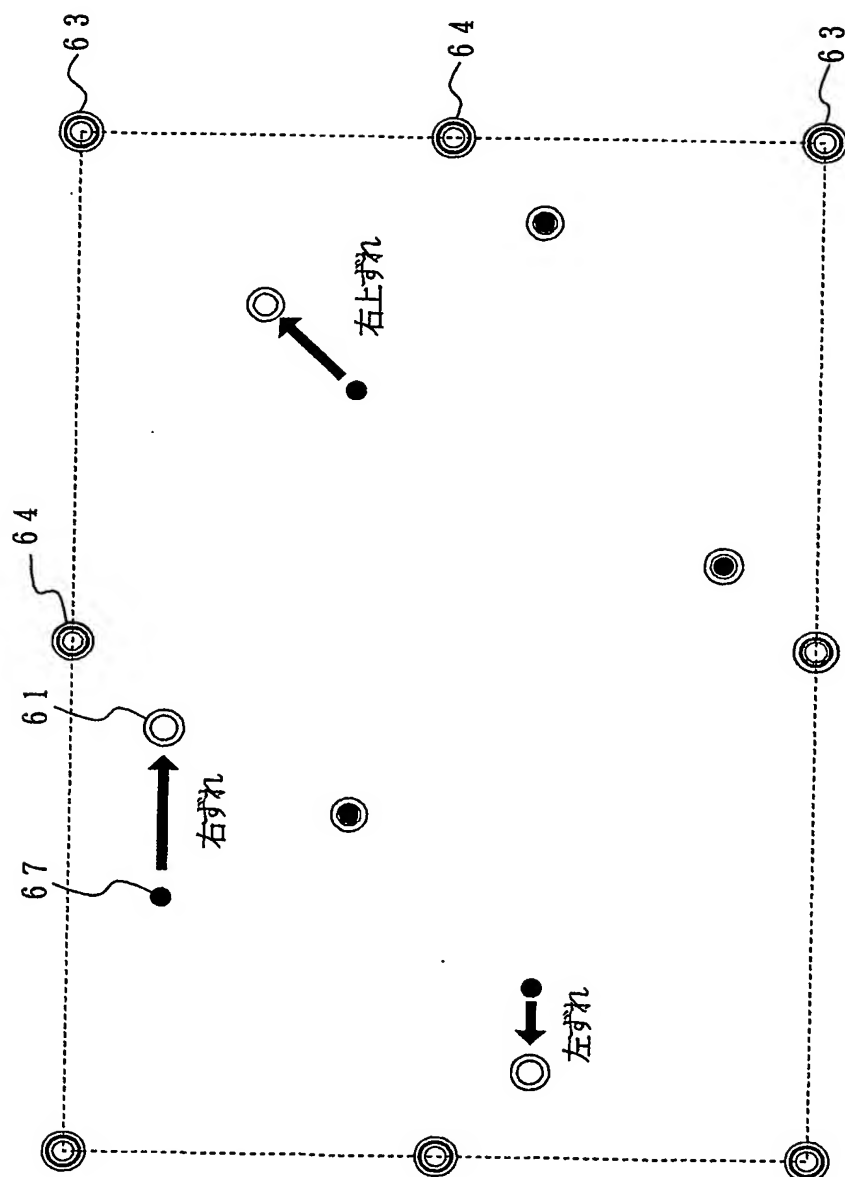


図 11

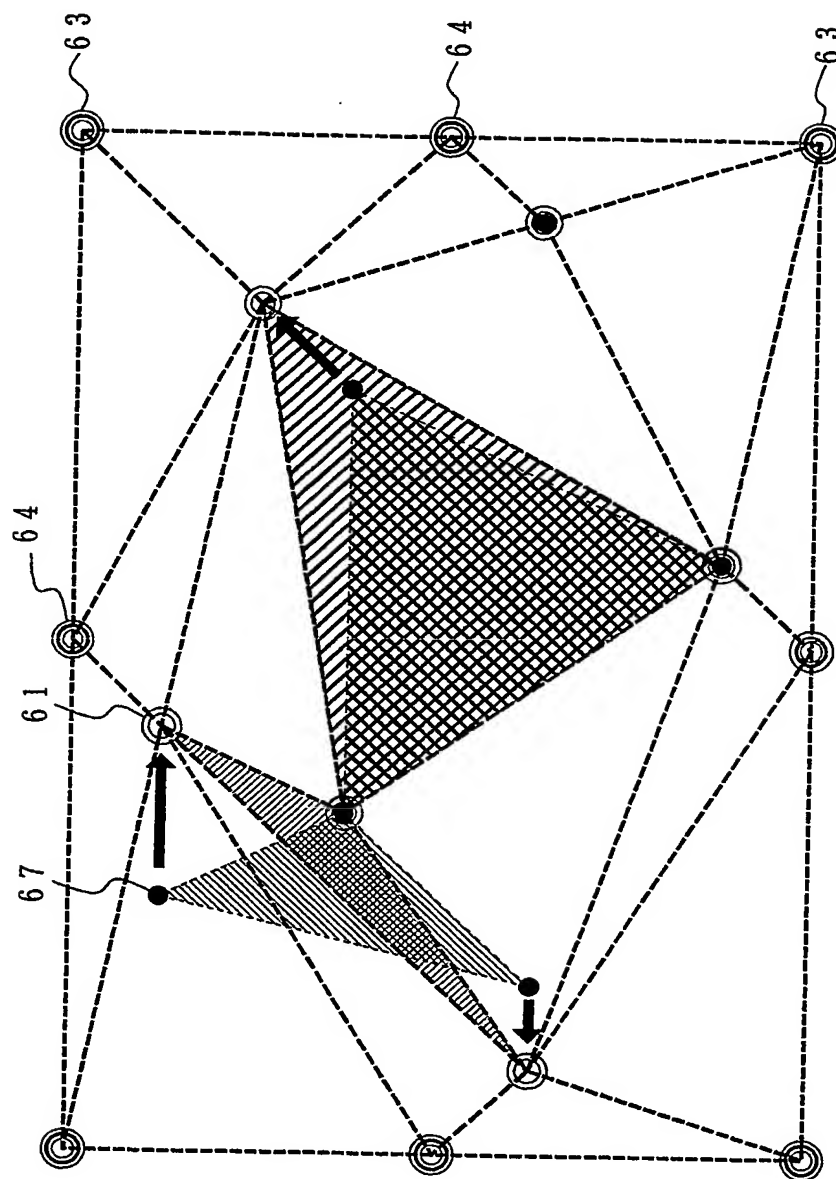


図 1 2

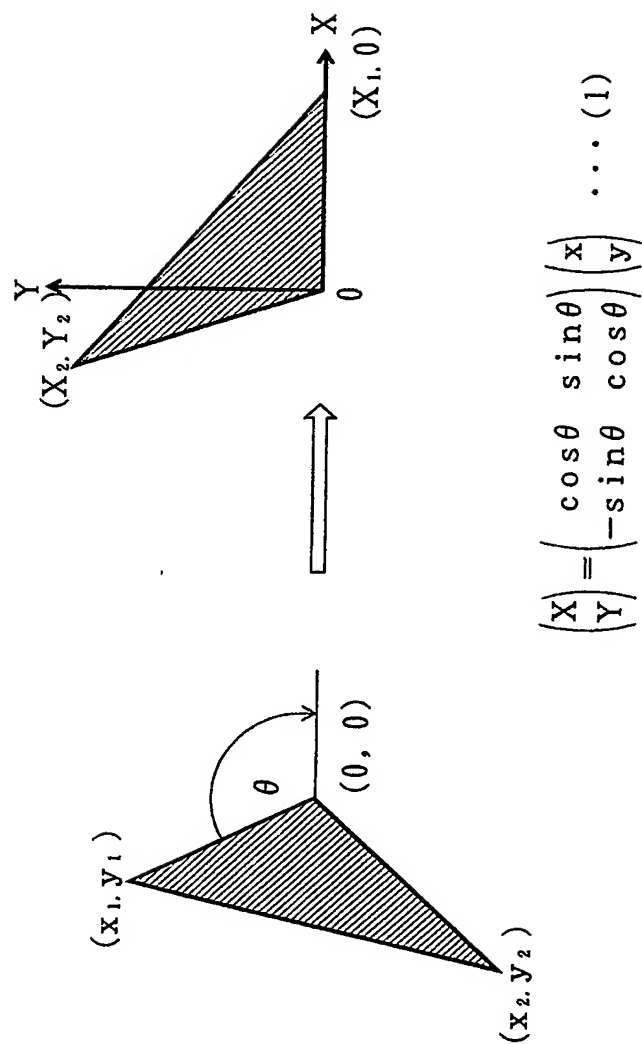
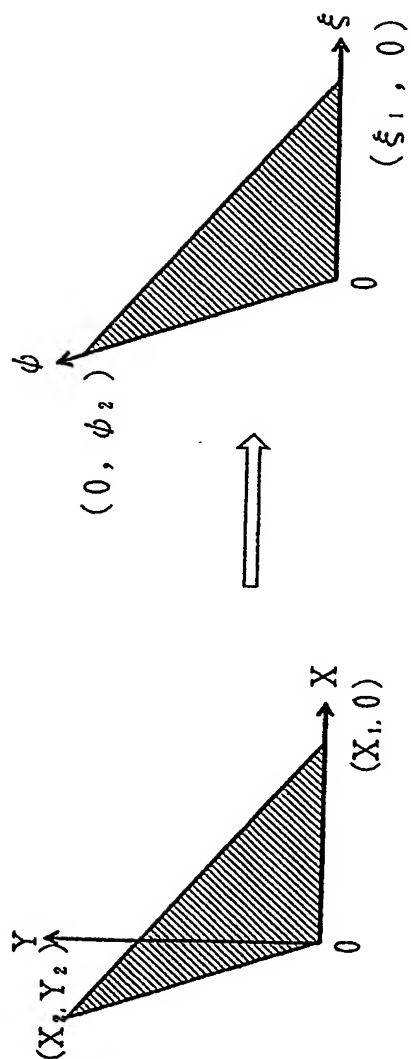


図13



$$\begin{pmatrix} \xi \\ \phi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\frac{X_2}{Y_2} \\ 0 & \frac{\sqrt{X_2^2 + Y_2^2}}{Y_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \dots (2)$$

図 14

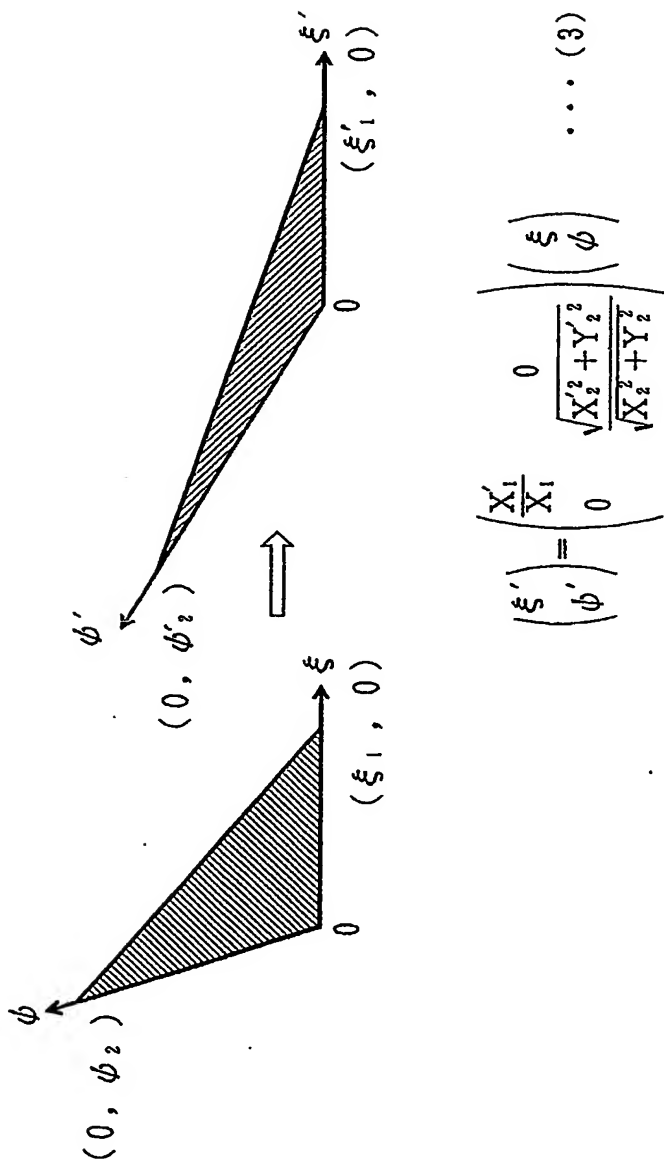


図15

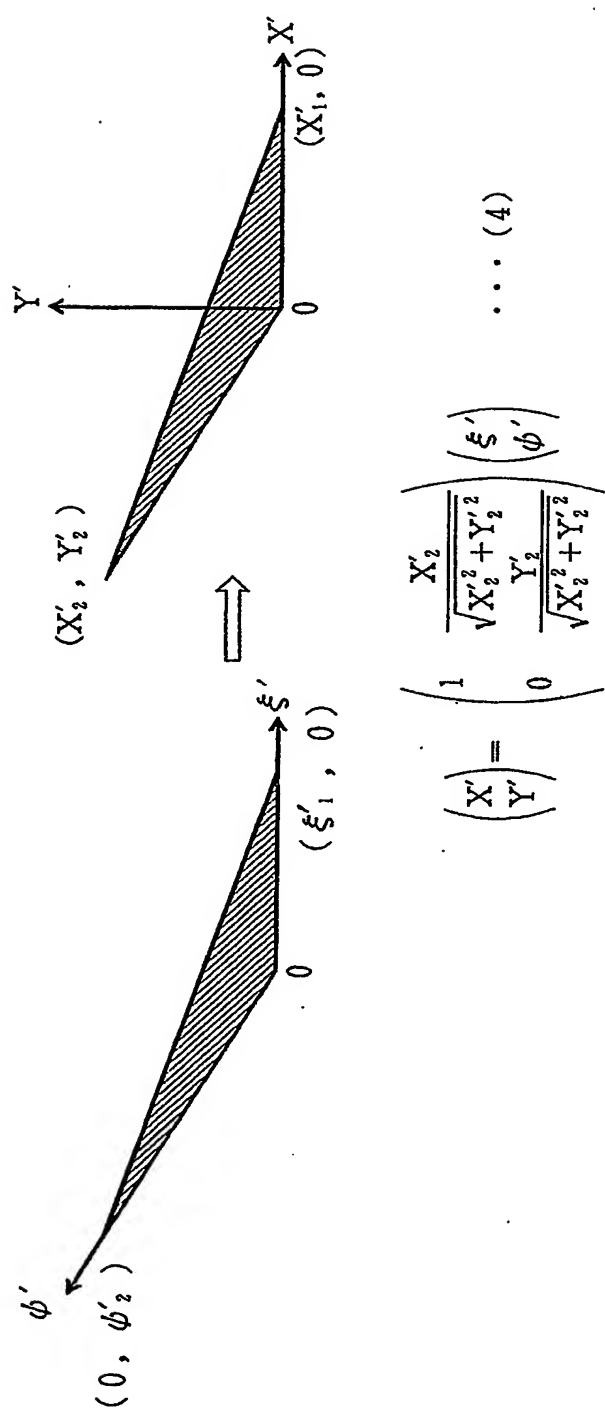


図16

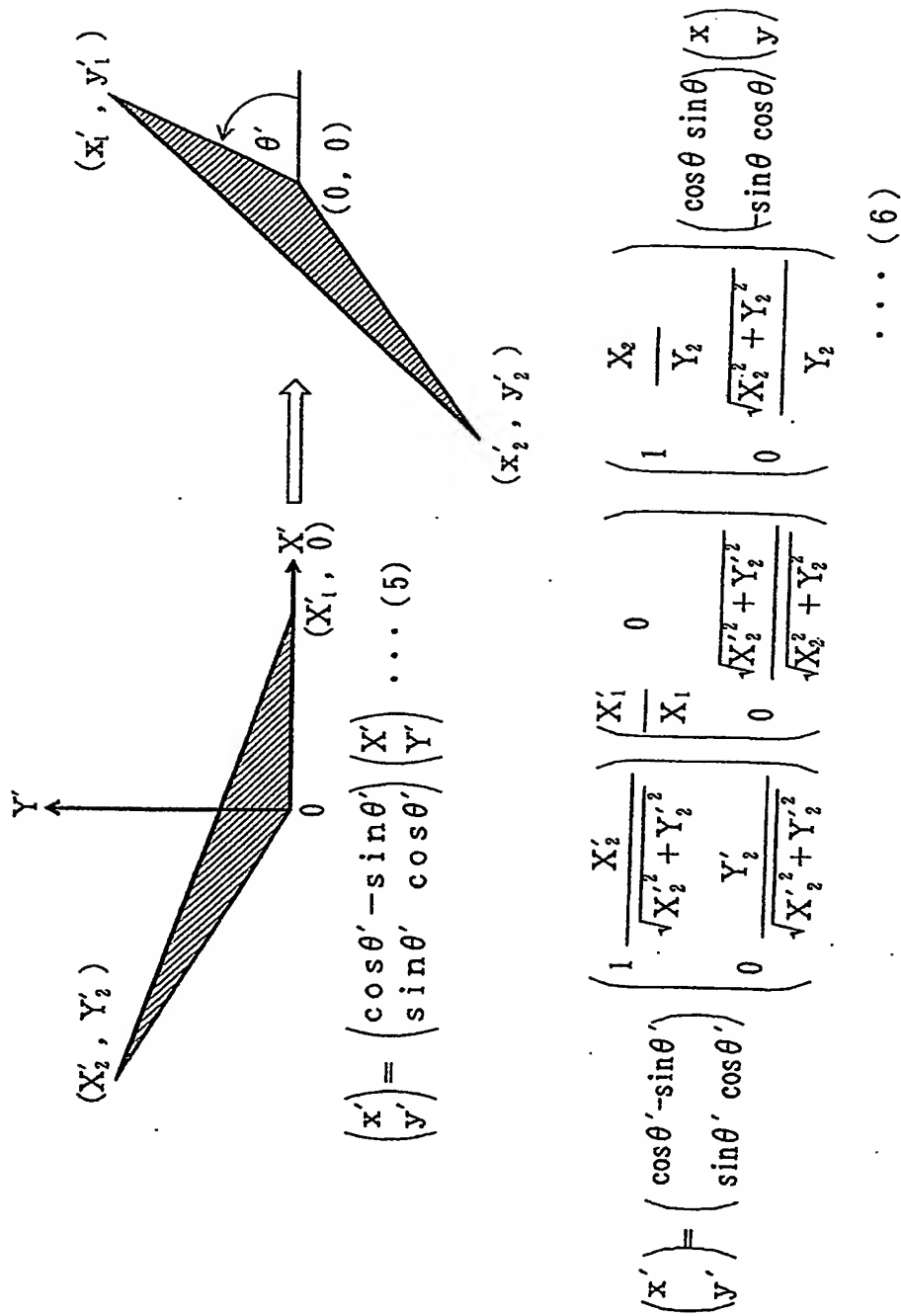
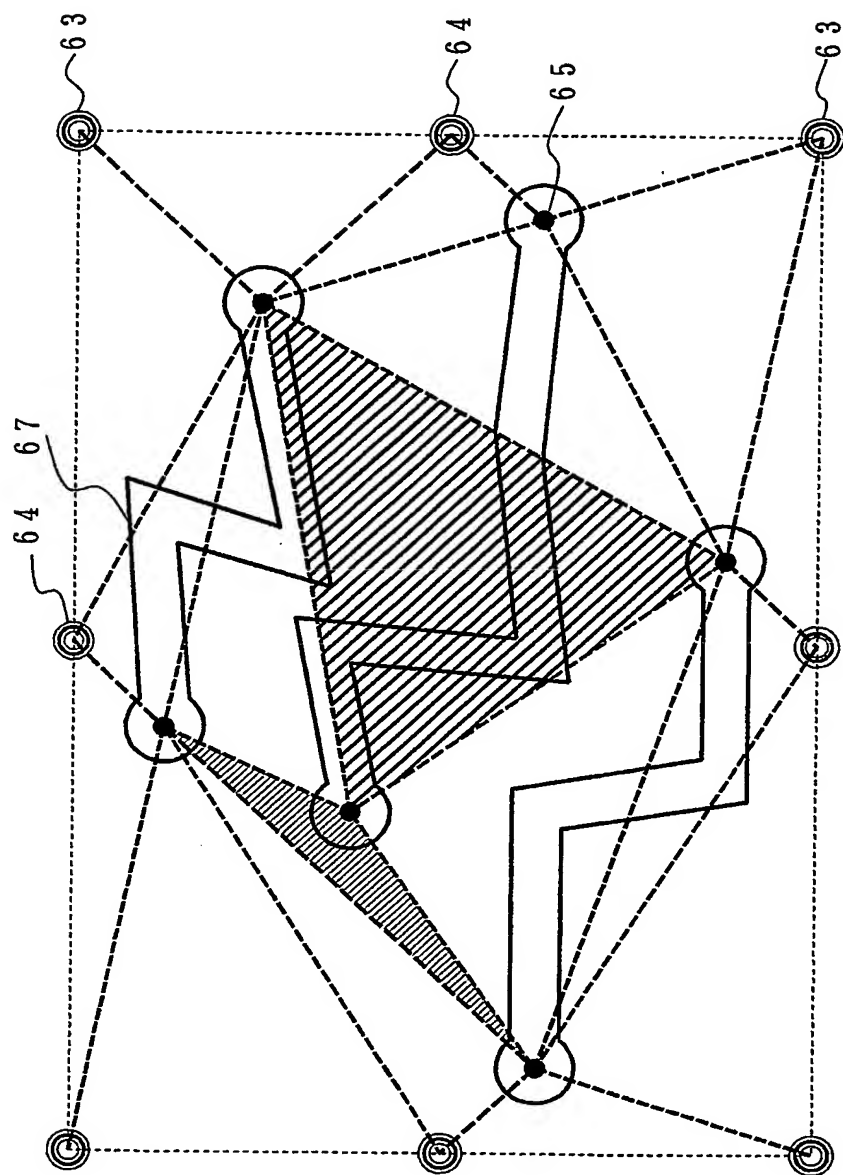
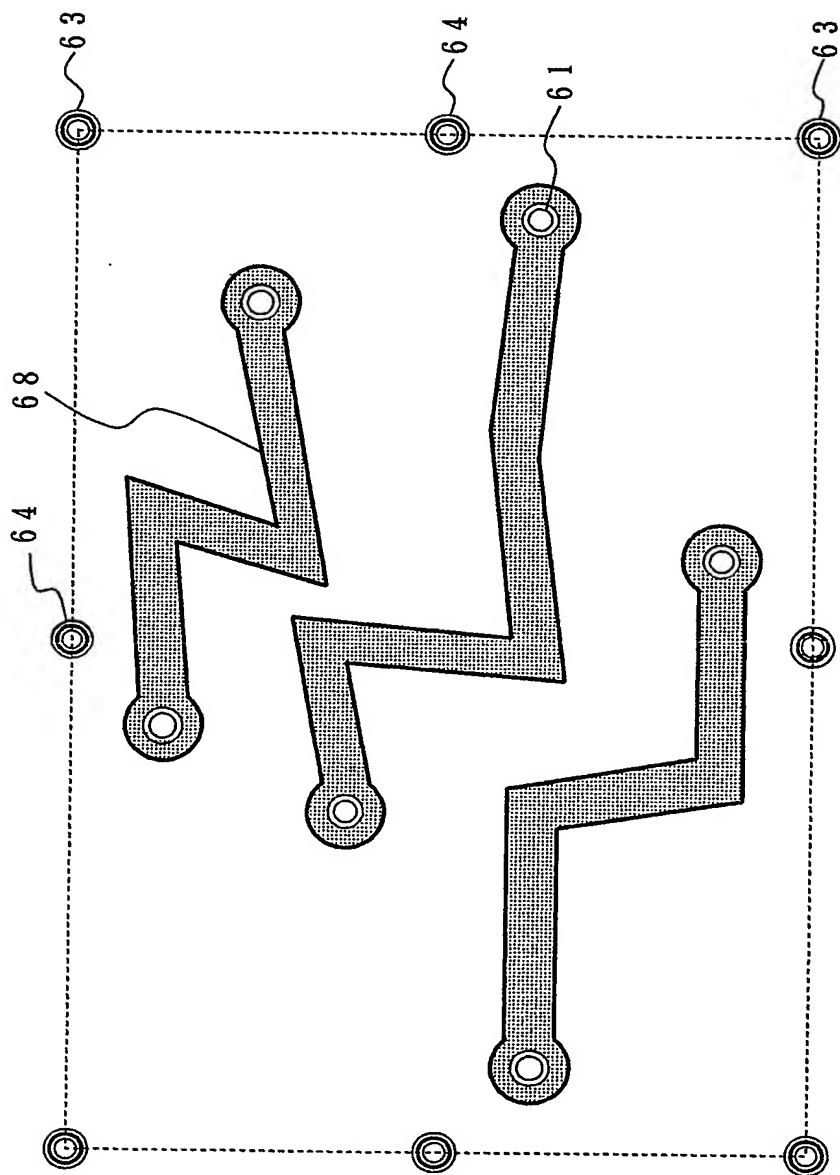


図17



17/27

図 18



18/27

図19

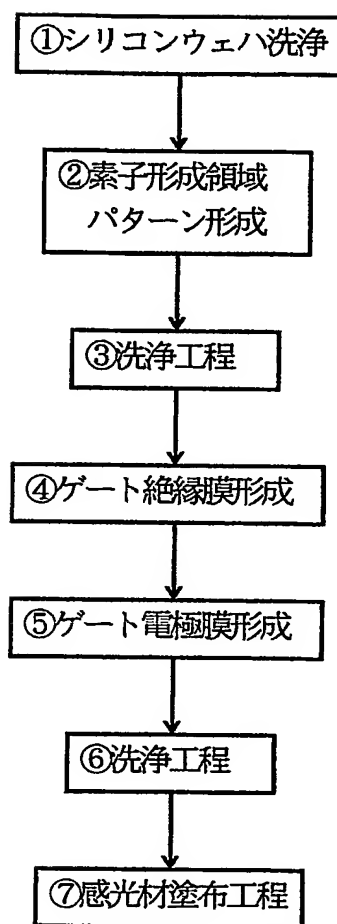


図 20

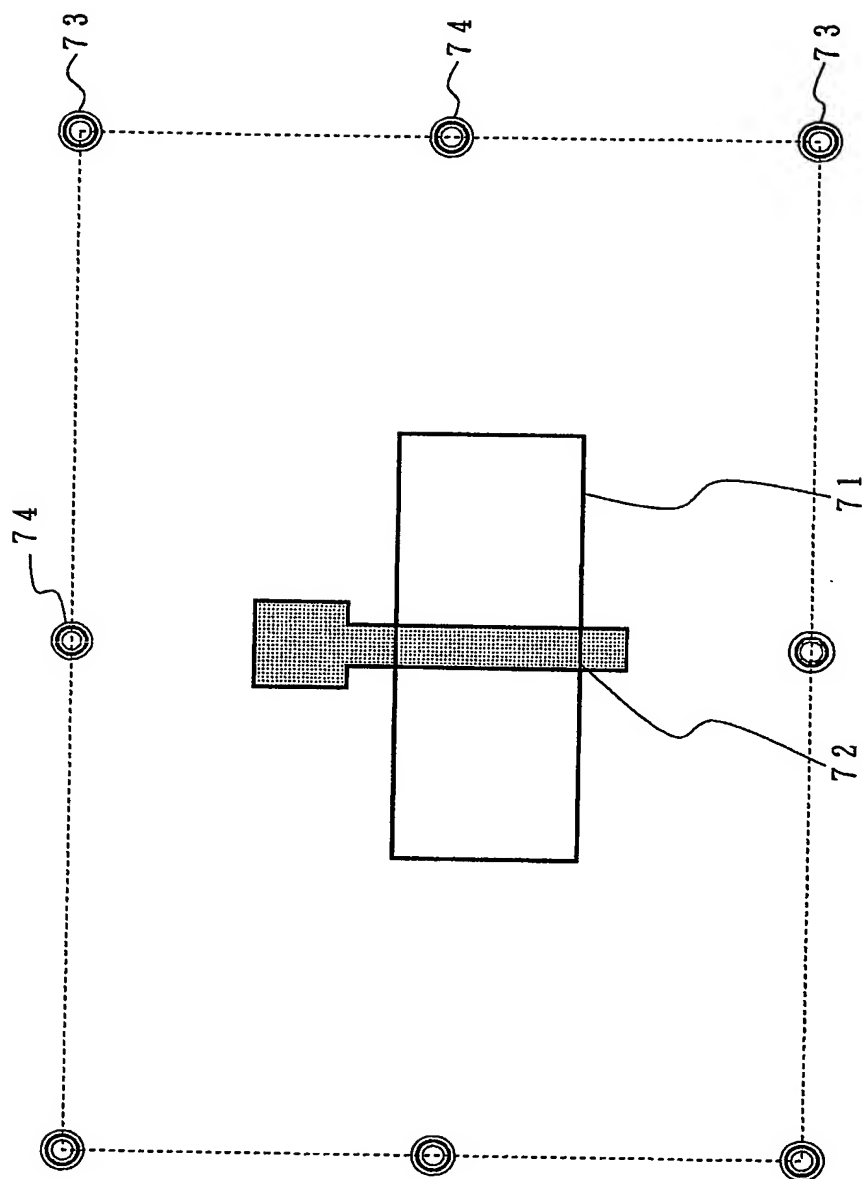
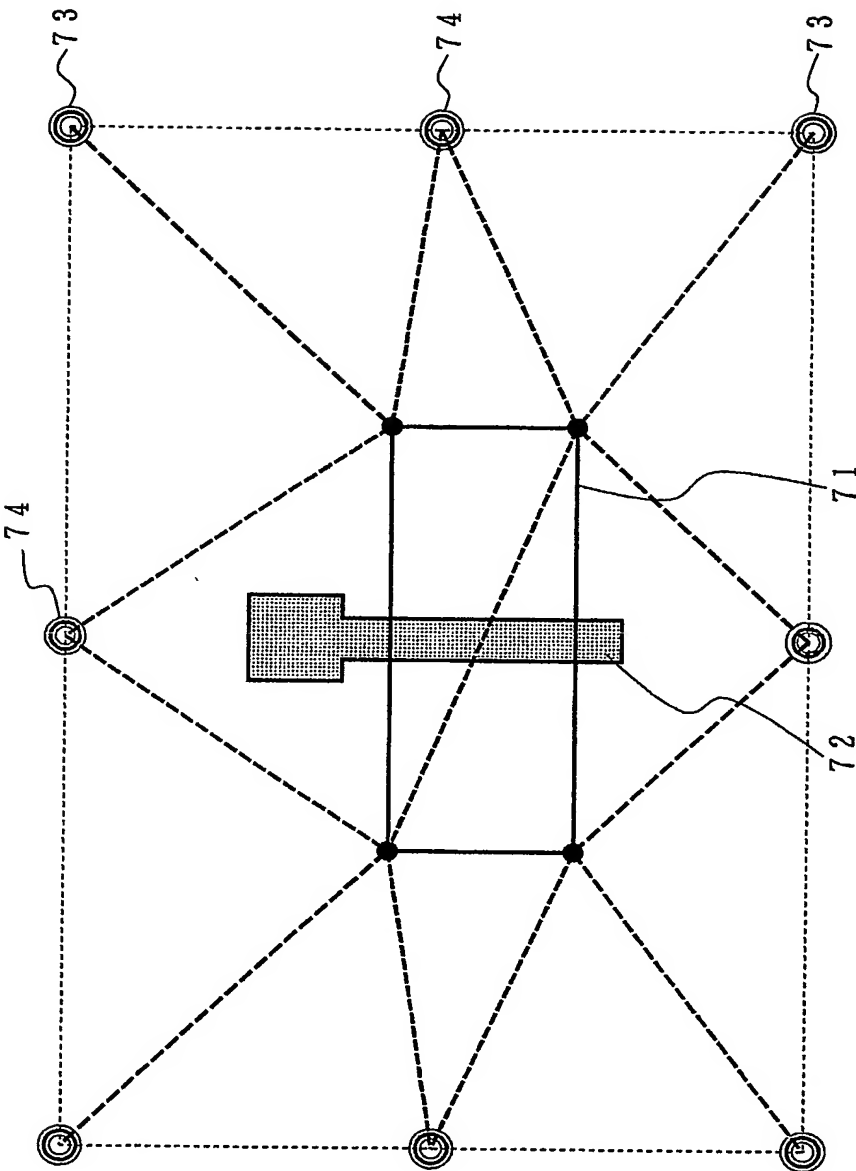


図 21



21/27

図 22

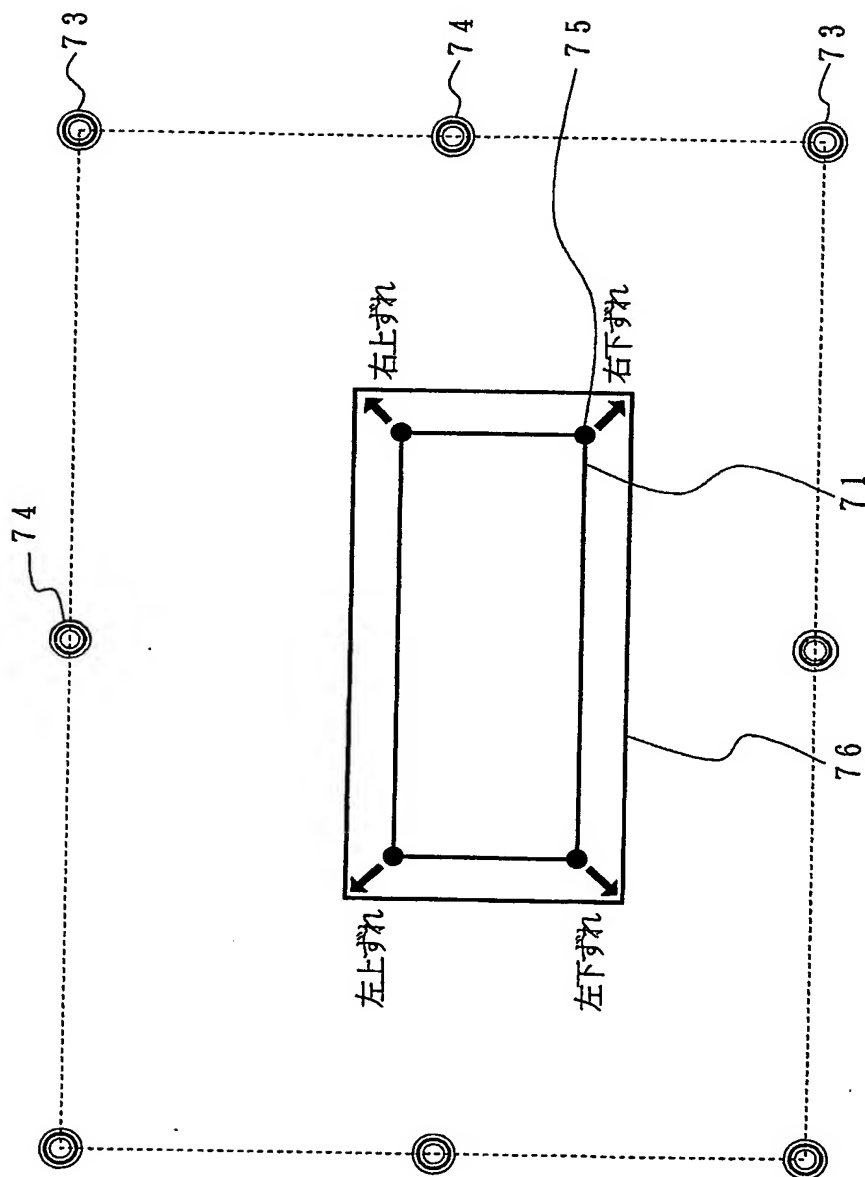
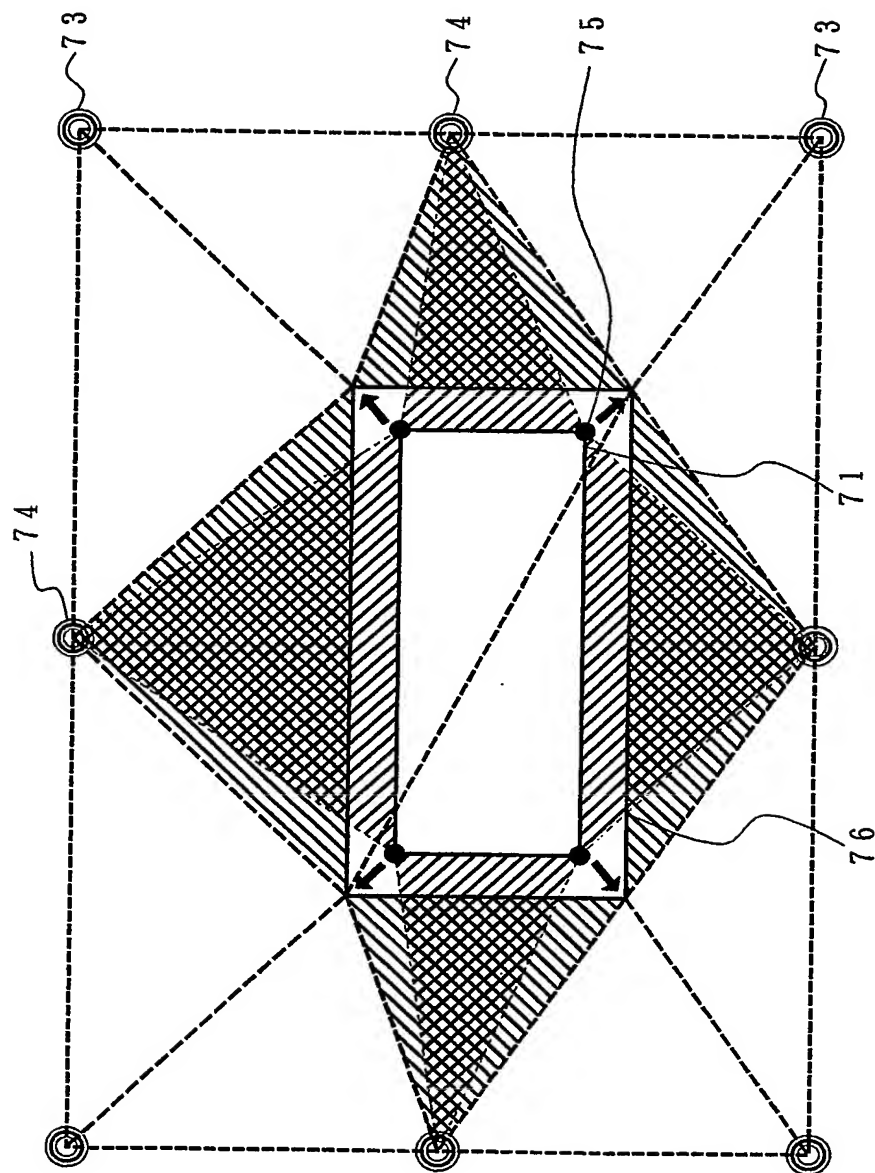
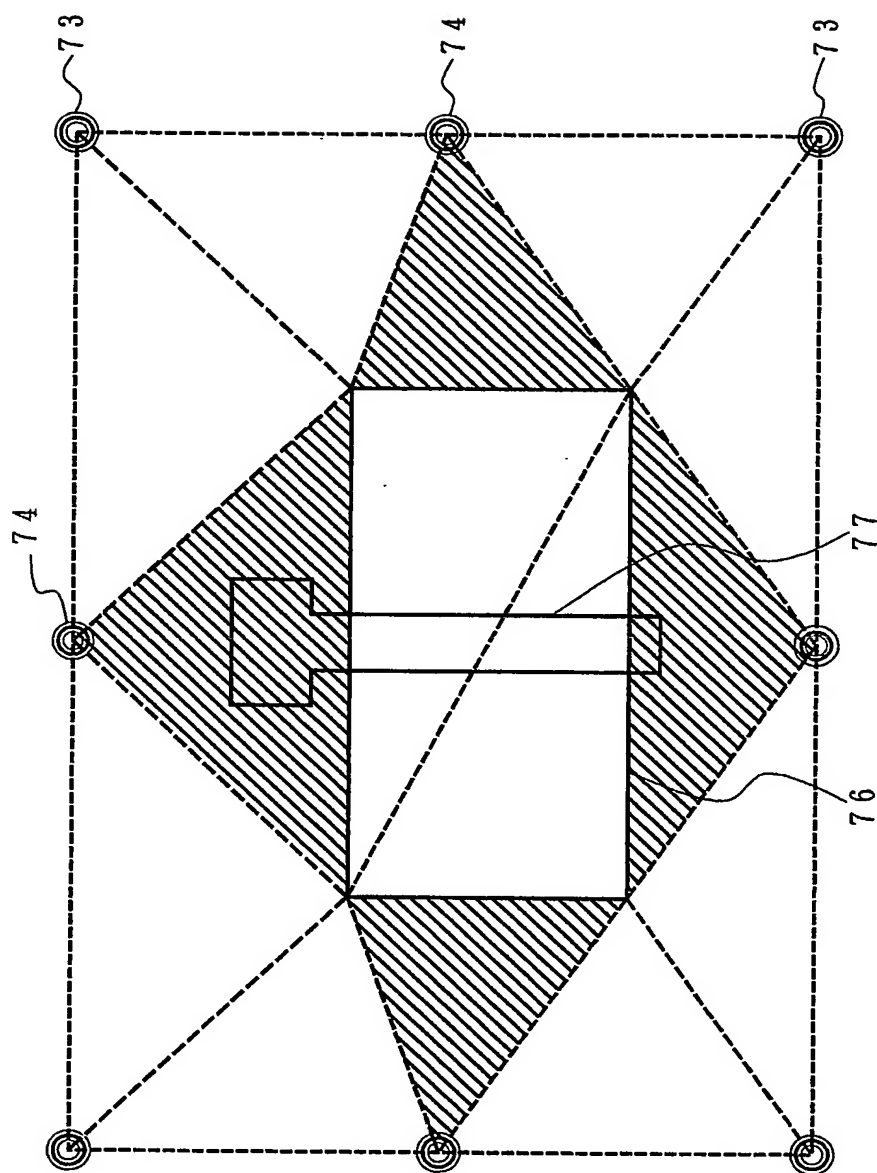


図 23

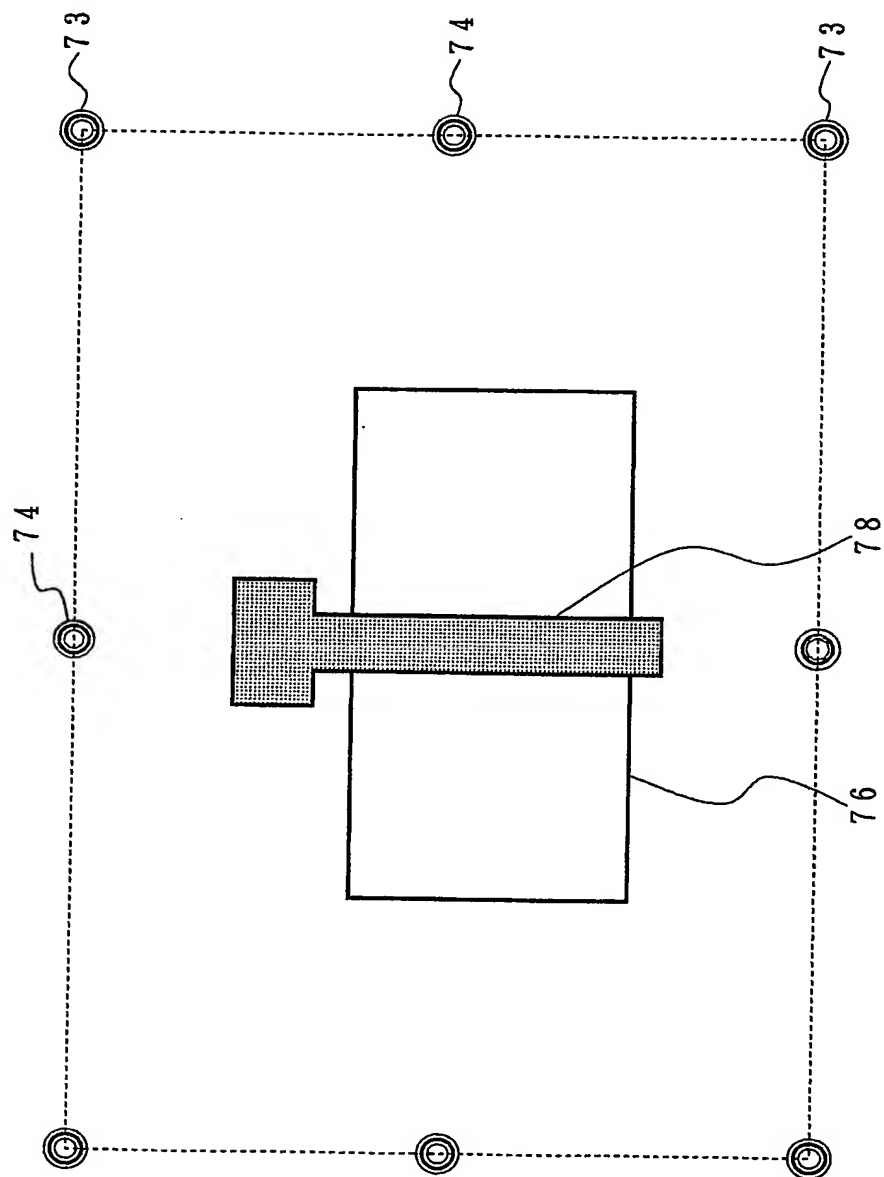


23/27



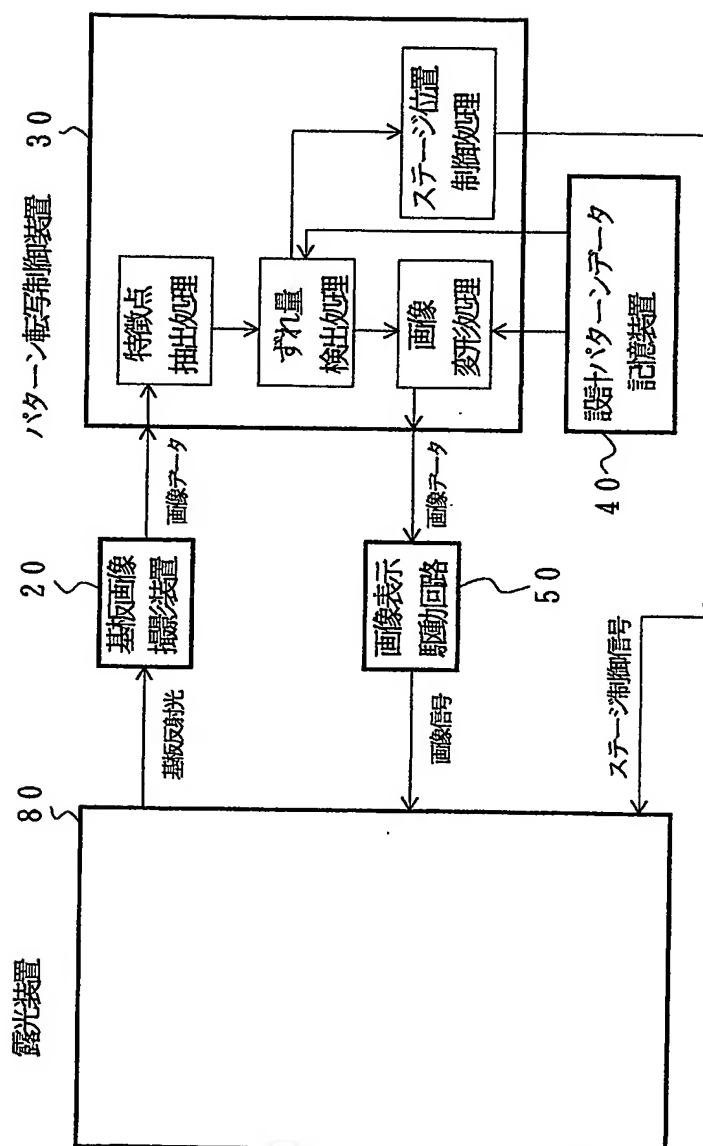
24/27

25



25/27

図 26



26/27

図 27

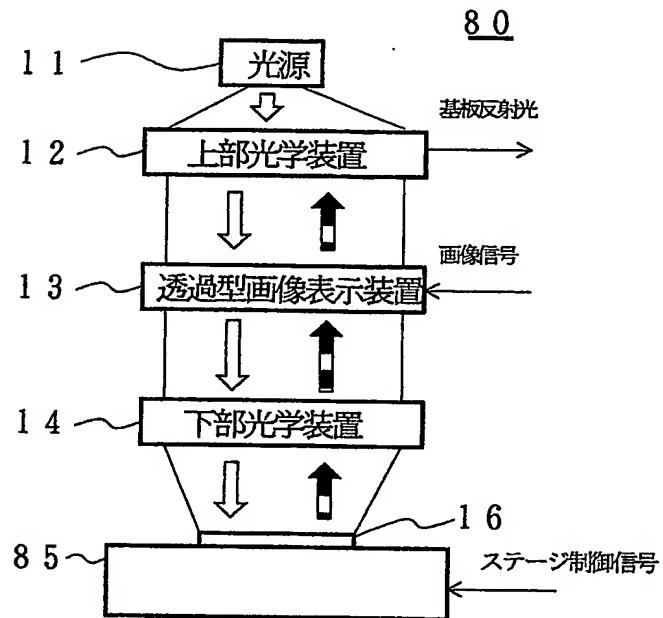
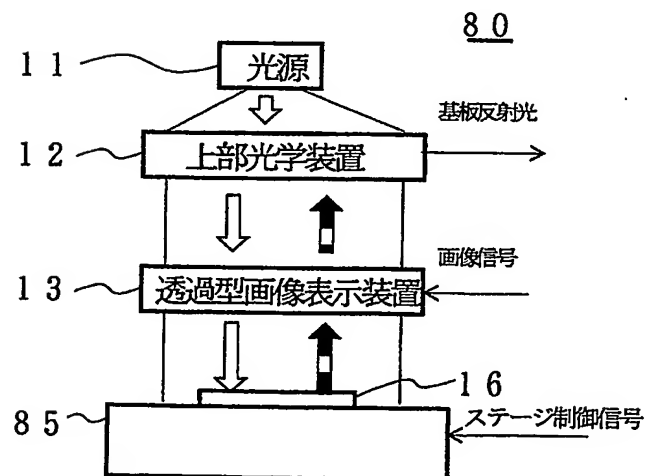
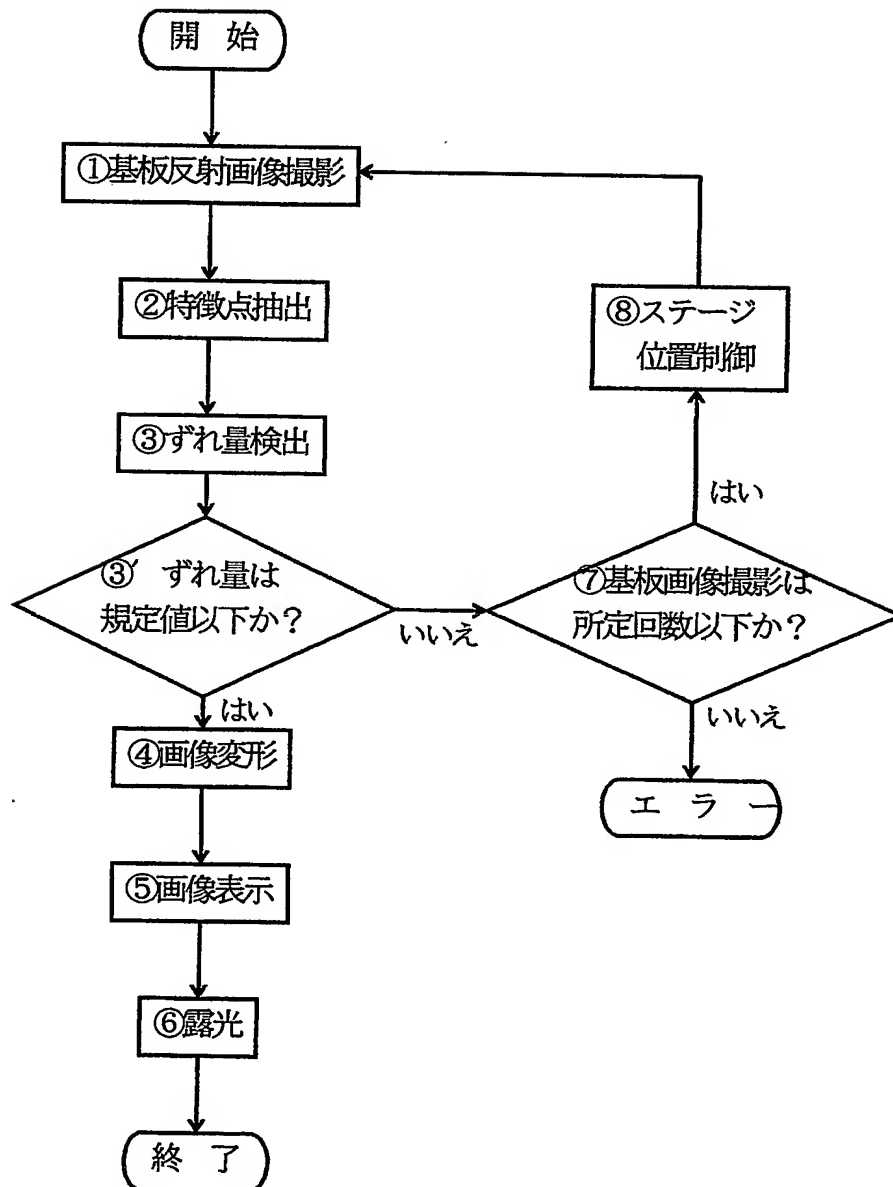


図 28



27/27

図 29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15434

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03F7/20, H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03F7/20, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-045851 A (Nikon Corp.), 16 February, 1999 (16.02.99), Full text; Par. Nos. [0032] to [0036] (Family: none)	1-6, 10-23 7-9
Y	JP 09-015834 A (Hitachi, Ltd.), 17 January, 1997 (17.01.97), Full text; Par. Nos. [0012], [0029] to [0057], [0061] (Family: none)	7-9
Y	JP 11-144050 A (Hitachi, Ltd.), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; Par. Nos. [0014] to [0015] (Family: none)	8, 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 March, 2004 (03.03.04)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2004 (16.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15434

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2004-014728 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 15 January, 2004 (15.01.04), Full text (Family: none)	1-4, 7, 10, 13, 14, 18-23

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/15434

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G03F7/20, H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G03F7/20, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-045851 A (株式会社ニコン), 1999.02.16, 全文 (特に[0032]-[0036]), (ファミリーなし)	1-6, 10-23
Y		7-9
Y	JP 09-015834 A (株式会社日立製作所), 1997.01.17, 全文 (特に[0012], [0029]-[0057], [0061]), (ファミリーなし)	7-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.03.2004

国際調査報告の発送日

16.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
佐藤 秀樹

2M

3154

電話番号 03-3581-1101 内線 6480

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-144050 A (株式会社日立製作所), 1999. 05. 28, 全文 (特に[0014]-[0015]), (ファミリーなし)	8, 9
EX	JP 2004-014728 A (大日本スクリーン製造株式会社), 2004. 01. 15, 全文, (ファミリーなし)	1-4, 7, 10, 13, 14, 18-23